

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Материалы XXI Международной  
научно-практической конференции

21 – 22 ноября 2019 г.  
г. Владимир

*Под общей редакцией профессора Ю. В. Баженова*



Владимир 2019

УДК 629.113  
ББК 39.33-082  
А43

Редакционная коллегия:

*А. Г. Кириллов*, кандидат технических наук, доцент (*отв. редактор*)  
*Ил. В. Денисов*, кандидат технических наук, доцент (*зам. отв. редактора*)  
*А. С. Ратников*, кандидат технических наук (*член редколлегии*)  
*Д. Н. Смирнов*, кандидат технических наук (*секретарь редколлегии*)

Издаётся по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

**Актуальные** проблемы эксплуатации автотранспортных  
А43 средств : материалы XXI Междунар. науч. практ. конф. 21 – 22 нояб.  
2019 г., г. Владимир / под общ. ред. проф. Ю. В. Баженова ; Владим.  
гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ,  
2019. – 447 с.

ISBN 978-5-9984-0944-8

В сборник включены материалы XXI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств», посвященной памяти доктора технических наук, профессора Аринина Игоря Николаевича, которая состоялась 21 – 22 ноября 2019 г. на базе кафедры автомобильного транспорта ВлГУ.

Представляют интерес для специалистов, работающих в области конструирования, исследования и эксплуатации автомобилей, а также преподавателей, студентов и аспирантов.

УДК 629.113  
ББК 39.33-082

ISBN 978-5-9984-0944-8

© ВлГУ, 2019  
© Коллектив авторов, 2019

## *Уважаемые коллеги!*

Вашему вниманию предлагается сборник материалов XXI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств», посвященный памяти известного ученого в области автомобильного транспорта доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Арина Игоря Николаевича.

В работе конференции приняли активное участие преподаватели, аспиранты и студенты высших учебных заведений, а также специалисты институтов, организаций, предприятий автотранспортного комплекса.



Сборник включает материалы исследований по совершенствованию технологических процессов технического обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта, надежности автотранспортных средств, техносферной и автотранспортной безопасности, проектированию и производству ДВС, электронным системам автомобилей, управлению качеством производства и эксплуатации автомобилей.

Сборник содержит 109 статей, в которых приведены результаты исследований ученых Республик Беларуси и Казахстана, городов Москвы, Нижнего Новгорода и др.

Выражаю признательность организациям и предприятиям, оказавшим финансовую помощь в подготовке и проведении конференции, а также издании сборника научных статей: ООО «АДМ», ООО «Росцентр»; ИП «Ефремов Виталий Иванович», г. Владимир; ООО «АЗС-практик»; ООО «Шина-сервис-Владимир»; ООО «АВТОКРАФТ» («Владимирский автоцентр КамАЗ»); ООО «ЛУКОЙЛ-ВОЛГАНЕФТЕПРОДУКТ»; ООО «Комплексные инженерные системы».

Председатель оргкомитета,  
зам. директора ИМиАТ по научной работе  
профессор Ю. В. Баженов



## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА»

***А. А. Аблаев***

Актуальные проблемы восстановления деталей автотранспортных средств электроискровой обработкой ..... 13

***М. Ю. Баженов, Е. Д. Ямщиков, А. Б. Дианов***

Пример исследования причин отказа двигателя ..... 17

***Ю. В. Баженов, А. Б. Дианов, Е. Д. Ямщиков***

Определение причин разрушения элементов подвески и рулевого управления при дорожно-транспортных происшествиях ..... 21

***В. М. Баландин***

К вопросу об эксплуатации автомобильного транспорта в России ..... 28

***И. В. Барабошкин, А. Г. Сергеев***

Анализ кузовных дефектов, коррозионного износа деталей автомобилей при эксплуатации ..... 32

***А. П. Болдин, В. И. Сарбаев, А. С. Чусова, А. В. Копылов***

Управление производством технического обслуживания и ремонта предприятия специализированного автотранспорта ..... 36

***Р. В. Горбунов, Д. Н. Смирнов***

Пассивная безопасность автомобиля ..... 40

***Ил. В. Денисов, А. А. Смирнов***

Дефекты элементов двигателя внутреннего сгорания автомобилей ВАЗ-2105, ВАЗ-2107 ..... 44

***П. П. Ершов, Р. В. Нуждин***

Анализ связи параметров коробки передач с эксплуатационными характеристиками автомобиля ..... 48

***Р. И. Исмаилов, А. А. Завгородний, В. А. Максимов,***

***А. А. Назаров, Н. В. Поживилов***

Типовая технология выполнения работ ЕО автобусов ЛиАЗ-621365-79 в условиях ГУП «Мосгортранс» ..... 52

***Р. И. Исмаилов, А. А. Завгородний, В. А. Максимов,***

***П. В. Максимов, Н. В. Поживилов***

Типовая технология выполнения работ ТО-1 автобусов ЛиАЗ-429260 в условиях ГУП «Мосгортранс» ..... 55

<b>В. П. Калёнов, М. Ю. Баженов</b> Анализ отказов и неисправностей электронных систем управления двигателем .....	61
<b>Б. А. Кенжегалиев, М. К. Уразгалиева</b> Проблемы эксплуатации грузовых автомобилей в регионах Казахстана .....	66
<b>Д. А. Колов</b> Анализ выбросов $CO_2$ электромобилями.....	72
<b>Д. А. Колов</b> Надёжность двигателей <i>Cummins</i> в эксплуатации.....	76
<b>Д. А. Колов</b> Особенности эксплуатации автоматических коробок <i>DSG</i> в Российской Федерации .....	80
<b>Д. А. Колов</b> Особенности эксплуатации гибридных транспортных средств в Российской Федерации .....	83
<b>Д. А. Королев, Ю. В. Баженов</b> Угол развала колёс как диагностический параметр подвески.....	87
<b>М. В. Латышев, А. Г. Кириллов</b> Бизнес-архитектура автотранспортной компании .....	89
<b>В. А. Максимов</b> К вопросу организации обслуживания автобусов по контракту жизненного цикла.....	96
<b>В. А. Максимов, Н. В. Поживилов, Г. А. Крылов</b> Компьютерная программа «Расчёт запасных частей и эксплуатационных жидкостей для линейных автобусов ГУП «Мосгортранс»» .....	104
<b>А. А. Морозов, Д. Н. Смирнов</b> Разработка модели случайных процессов .....	110
<b>В. А. Немков, И. И. Борданов</b> Проблема парковки автомобильного транспорта в границах населённого пункта .....	113
<b>В. А. Немков, А. С. Чурина</b> Анализ дорожно-транспортных происшествий с участием автобусов .....	117
<b>В. А. Немков, И. П. Яковенко</b> Анализ конструкции стабилизаторов поперечной устойчивости автомобиля .....	121

<b><i>А. С. Ратников, Д. А. Яблоков</i></b> Современные методы восстановления кузова автомобиля методом частичной замены деталей .....	125
<b><i>В. И. Сарбаев, А. Г. Гусев</i></b> Организация технического обслуживания и ремонта в малом автобусном предприятии .....	128
<b><i>М. С. Шишова, Д. Н. Смирнов</i></b> Обзор меток на шинах колёсных транспортных средств.....	132
<b><i>М. С. Шишова, Д. Н. Смирнов</i></b> СВАП двигателя .....	136

### **Секция «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ»**

<b><i>А. Ю. Абалев, М. В. Огнев</i></b> Влияние величины давления топлива в аккумуляторной системе топливоподачи на показатели процесса сгорания дизеля 4ЧВ10,5/12 .....	141
<b><i>В. М. Баландин</i></b> О некоторых тенденциях силовых установок автомобилей .....	144
<b><i>А. О. Веселов</i></b> С-V2X технология связи транспортных средств .....	148
<b><i>А. О. Веселов</i></b> DSRC-технология связи транспортных средств.....	149
<b><i>А. О. Веселов</i></b> Интеллектуальные транспортные системы V2X .....	150
<b><i>А. Н. Гоц, В. С. Клевцов</i></b> Моделирование теплонапряжённого состояния головки цилиндров транспортного дизеля жидкостного охлаждения.....	153
<b><i>С. Г. Драгомиров, М. С. Драгомиров, П. И. Эйдель, А. Ю. Гамаюнов, И. В. Кулешов</i></b> Новые подходы к фильтрации охлаждающей жидкости в автотранспортных двигателях.....	158
<b><i>М. С. Игнатов</i></b> Исследование влияния некачественного бензина АИ-92-К5 на показатели двигателя внутреннего сгорания автотранспортных средств.....	165
<b><i>М. С. Игнатов</i></b> Совершенствование системы смазки семейства дизелей «ТМЗ» .....	168

<b><i>В. С. Клевцов, С. М. Дюринг, А. М. Темнов</i></b>	
Результаты исследований топливной экономичности дизеля при уменьшении рабочего объёма.....	170
<b><i>С. А. Никитин</i></b>	
Способы определения крутящего момента двигателя внутреннего сгорания .....	175
<b><i>А. М. Шаранов</i></b>	
Развитие электровелосипедов как альтернативного вида городского транспорта.....	179
<b><i>А. М. Шаранов, А. Б. Дианов</i></b>	
Исследование электротехнических причин возгорания автомобиля .....	184
<b><i>А. М. Шаранов, А. Б. Дианов, Е. Д. Ямщиков</i></b>	
Особенности товароведческого исследования двигателей внутреннего сгорания .....	189

#### **Секция «БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ И В ТЕХНОСФЕРЕ»**

<b><i>Ш. А. Амирсейидов, Г. И. Кузин</i></b>	
Организация безопасности дорожного движения .....	195
<b><i>В. М. Баландин</i></b>	
Транспортные риски и проблемы безопасности в техносфере .....	198
<b><i>Е. А. Баландина</i></b>	
Анализ риска для транспортного оборудования в условиях низких температур.....	202
<b><i>Е. А. Баландина</i></b>	
Определение возможных сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций на автозаправочных станциях .....	206
<b><i>Е. А. Баландина</i></b>	
Профессиональный риск водителя автотранспорта .....	210
<b><i>Ив. В. Денисов</i></b>	
Анализ дорожно-транспортных происшествий, связанных с наездом на транспортное средство в попутном направлении в случае неисправности у него стоп-сигналов .....	214
<b><i>Ив. В. Денисов</i></b>	
Исследование подсистемы «дорога – водитель» в системе «водитель – автомобиль – дорога – среда».....	218

<b>Ив. В. Денисов, А. А. Кузьмина, Л. Л. Макаров</b>	
Организация движения транспортного потока во время проведения дорожно-строительных работ .....	220
<b>Ив. В. Денисов, А. А. Мананникова</b>	
Классификация автобусов .....	225
<b>Ив. В. Денисов, Е. Ф. Мигдалов</b>	
Причины возникновения дорожно-транспортных происшествий .....	228
<b>Ив. В. Денисов, А. С. Чурина</b>	
О безопасности на современных автотранспортных средствах .....	230
<b>Ив. В. Денисов, А. С. Чурина</b>	
Построение маршрутов методом Кларка-Райта .....	232
<b>А. Б. Дианов, Ш. А. Амирсейидов, Г. И. Кузин</b>	
Принципы формирования пожарной безопасности автомобиля .....	233
<b>Н. С. Калашикова, А. В. Толков</b>	
Роль автомобильного транспорта в мультимодальных перевозках .....	238
<b>Е. А. Киндеев</b>	
Определение тяжести и напряжённости условий труда литейщика-оператора машин для литья под давлением .....	240
<b>Е. А. Киндеев</b>	
Оценка травмобезопасности, тяжести и напряжённости трудового процесса работников агрегатного участка акционерного общества «Владимирпассажиртранс» .....	244
<b>Е. А. Киндеев</b>	
Средства индивидуальной защиты литейщика, работающего на машине литья под давлением изделий из алюминиевых сплавов .....	248
<b>Д. А. Куманейкин, Е. О. Худякова</b>	
Вред наушников. Влияние на здоровье человека .....	251
<b>М. О. Лебедев</b>	
Пассивная безопасность кабины пожарной автоцистерны .....	256
<b>А. А. Мананникова, А. В. Толков</b>	
Анализ причин дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации за 2018 год .....	265
<b>А. В. Рябцев, А. В. Толков</b>	
Логистика и профессия логист .....	268

<b>В. И. Сарбаев, А. Г. Гусев, И. А. Томилов, Г. В. Сидельников</b> Обеспечение безопасности дорожного движения в автотранспортном предприятии .....	270
<b>А. В. Толков</b> Исследование интенсивности и состава транспортных потоков на перекрёстке улицы Батурина – улицы Луначарского города Владимира .....	272
<b>А. В. Толков</b> Исследование интенсивности и состава транспортных потоков на перекрёстке улицы Васильевская – улицы Садовая – улицы Калинина города Суздаля.....	277
<b>А. В. Толков</b> Исследование скоростей движения на перекрёстке улицы Горького – проспекта Строителей города Владимира .....	281
<b>А. В. Толков</b> Исследование скоростей движения на перекрёстке улицы Батурина – улицы Луначарского города Владимира .....	287
<b>А. В. Толков</b> Исследование скоростей движения на перекрёстке улицы Васильевская – улицы Садовая – улицы Калинина города Суздаля.....	293
<b>А. В. Толков</b> Исследование сложности перекрёстка улицы Батурина – улицы Луначарского города Владимира .....	298
<b>А. В. Толков</b> Исследование транспортных потоков на перекрёстке улицы Горького – проспекта Строителей города Владимира .....	302
<b>А. В. Толков</b> Обзор возможных вариантов погрузки транспортных единиц в автомобиль.....	306
<b>Н. И. Туманова</b> О снижении травматизма на автотранспортных предприятиях.....	311
<b>Н. И. Туманова</b> Обеспечение безопасности при производстве изделий из полиуретановых эластомеров.....	314
<b>Н. И. Туманова</b> Очистка сточных вод станций технического обслуживания автомобилей .....	317

<b><i>Н. И. Туманова</i></b>	
Повышение уровня безопасности при литье изделий из термопластов под давлением .....	321
<b><i>Н. И. Туманова, И. В. Кольников</i></b>	
Оценка условий труда в швейном цехе предприятия общества с ограниченной ответственностью «Мебель для Вас» .....	324
<b><i>Е. О. Худякова, И. В. Волков</i></b>	
Влияние качества воды на организм человека .....	328
<b><i>Е. О. Худякова, Д. А. Молочков</i></b>	
Проблемы современного автомобильного транспорта с автоматическим управлением .....	330
<b><i>Е. О. Худякова, В. Ф. Перехрест</i></b>	
Негативное влияние сотового телефона на здоровье человека .....	334

### **Секция «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»**

<b><i>Е. В. Арефьев, А. А. Громзина</i></b>	
Анализ особенностей разработки показателей результативности процессов системы менеджмента качества для предприятий в сфере услуг пассажирских перевозок на примере общества с ограниченной ответственностью «Спецтранс» .....	337
<b><i>Е. В. Арефьев, А. П. Левин</i></b>	
Разработка функциональной модели процесса обеспечения качества перевозок с применением <i>IDEF0</i> на примере транспортного предприятия общества с ограниченной ответственностью «Виктория» ....	341
<b><i>В. М. Баландин</i></b>	
Проблемы логистики и блокчейн-поставки крупного автотранспортного предприятия .....	344
<b><i>З. В. Мищенко, Е. В. Котельников</i></b>	
Оценка эффективности системы статистического управления качеством на процессы технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств .....	348
<b><i>З. В. Мищенко, Т. А. Куприянова</i></b>	
Расчёт вероятностей рисков при статистическом управлении качеством процессов технического обслуживания и текущего ремонта автотранспортных средств по контрольной карте скользящего среднего .....	352

<b>З. В. Мищенко, А. С. Малышева</b>	
Методика оценки эффективности процессов контроля и диагностирования автотранспортных средств в эксплуатации .....	355
<b>З. В. Мищенко, А. А. Павлов</b>	
Расчёт контрольных допусков при эксплуатации автотранспортных средств .....	358
<b>Д. Ю. Орлов, В. Н. Романов</b>	
Анализ контрольных процессов автомобильных компонентов .....	361
<b>Д. Ю. Орлов, К. В. Сурганова</b>	
Определение коренных несоответствий и внедрение корректирующих действий при производстве сварных труб автомобиля.....	365
<b>Д. Ю. Орлов, К. В. Сурганова</b>	
Парето-анализ видов потенциальных отказов сварных труб глушителя автомобиля.....	370
<b>Ю. А. Орлов, Д. Ю. Орлов</b>	
8D-анализ неточности показаний логометрических указателей.....	379
<b>Ю. А. Орлов, Д. Ю. Орлов</b>	
Анализ видов дефектов в процессе эксплуатации щётки стеклоочистителя.....	388
<b>Ю. А. Орлов, Д. Ю. Орлов, Е. В. Арефьев</b>	
Исследование влияния износа винта, роликов и гайки в роликовинтовом механизме на его выходные параметры .....	395
<b>В. Н. Романов, Д. Ю. Орлов</b>	
Обзор совместной процедуры управления качеством автомобильных компонентов.....	397
<b>В. Н. Романов, Д. Ю. Орлов, К. С. Гусев</b>	
Улучшение качества окраски кузова при ремонте автомобиля .....	399
<b>М. П. Ромодановская</b>	
Анализ экологического риска превышения нормативов выбросов автомобиля.....	403
<b>А. Г. Сергеев</b>	
Современные тенденции оценки качества эксплуатации средств измерений.....	406
<b>А. Г. Сергеев</b>	
Требования к закону о единстве измерений.....	408
<b>К. М. Степанова, А. К. Суцев</b>	
Совершенствование управления технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей на основе применения процессного подхода .....	409

## Секция «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»

***В. М. Баландин***

О преимуществах внедрения и проблемах роботизированных автомобилей..... 412

***О. В. Веселов, С. Г. Светушенко***

Особенности применения методов искусственного интеллекта в управлении и диагностике электромеханических систем ..... 416

***А. А. Кобзев, А. А. Ильин, Р. В. Родионов***

Система управления электроприводом мобильного робота с нейросетевым регулятором ..... 419

***А. А. Кобзев, А. В. Лекарева, О. С. Сидорова, Е. И. Фролова***

Обучение нейронного регулятора с учётом динамики системы управления..... 422

***А. А. Кобзев, Ю. Е. Мишулин, А. В. Лекарева***

Прогнозирование в системах с комплементарной коррекцией и нейросетевым регулятором..... 425

***А. А. Кобзев, Ю. Е. Мишулин, Е. И. Фролова, А. С. Митрофанова***

Компенсация дрейфа внутренних параметров в системах с комплементарным управлением ..... 429

***Ю. Е. Мишулин, А. Р. Сорокин, М. А. Штурмин***

Симулятор вариации внутренних параметров объекта при обучении нейронного регулятора ..... 431

***В. А. Немонтов***

Анализ мехатронных систем управления движением автономных автомобилей..... 435

***С. Г. Светушенко, О. В. Веселов***

Оценка влияния деформации обучающих векторов на качество распознавания дефектов в задачах диагностики..... 439

**Алфавитный указатель..... 445**

УДК 621.9.048.4

*А. А. Аблаев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ**

В 2019 году исполнилось 76 лет открытию, сделанному выдающимися советскими учёными Б. Р. Лазаренко и Н. И. Лазаренко, сущность которого заключается в том, что электрическая искра может быть использована как технологический инструмент для обработки металлов.

С самого начала открытия электрическая обработка металлов получила развитие в двух направлениях. Первое – это съём металла с обрабатываемой поверхности и второе – нанесение металла на обрабатываемую металлическую поверхность, в том числе упрочнение и легирование поверхностных слоёв.

Если первое направление обработки материалов электрической искрой получило широкое развитие в мировой практике, то второе внедряется в производство с большими трудностями.

Сущность второго направления заключается в том, что под действием импульсного электрического разряда в газовой среде происходит преимущественное разрушение (эрозия) материала электрода – анода и перенос продуктов эрозии на поверхность детали – катода.

Ввиду того что молекулы газа нейтральны, газ обычно хороший изолятор и может проводить электрический ток лишь при условии, что в него вводятся извне или генерируются внутри заряженные частицы. При напряженности электрического поля  $E > 10^6$  В/см можно вызвать нарушение изолирующих свойств газов (пробой) и ионизацию его, вследствие чего он сможет пропускать значительные токи. У большинства газов в проводящем состоянии носителями зарядов служат электроны и положительные ионы.

Как известно, любой газовый разряд может быть самостоятельным и несамостоятельным, прекращающимся при устранении внешнего воздействия, устойчивым и неустойчивым. В данном случае рассматриваются только самостоятельные и неустойчивые искровые разряды.

Важным элементом электроискровой обработки материалов в газовой среде является умение управлять процессом обработки и прогнозировать толщину покрытия, его текстуру и физико-механические свойства. Несмотря на огромный теоретический и экспериментальный опыт [1-5], надёжно прогнозировать эти свойства до сих пор не удаётся. Кроме того, до настоящего времени вопросы восстановления изношенных деталей электроискровым методом изучены недостаточно.

Первые исследования по применению электроискрового легирования для восстановления деталей изношенной техники в начале 50-ых годов провели А. Э. Алиев и А. В. Поляченко, а затем в других отраслях промышленности их продолжили Ю. Н. Новиков, А. В. Коморный, В. А. Снежков, Ф. Е. Филоненко и др.

По результатам этих работ были выработаны рекомендации для упрочнения и восстановления деталей, но они не получили поддержки у ремонтников по трем причинам:

- толщина покрытия, образованная электроискровой наплавкой, не превышала 60 мкм;
- скорость наплавки составляла не более  $4 \text{ см}^2 / \text{мин.}$ , то есть была в 5 и более раз меньше, чем при плазменной наплавке или контактной приварке ленты;
- ремонтники не нуждались в упрочнении режущего инструмента, так как их стоимость была низкая, а качество хорошее.

Ситуация изменилась в последние годы. Во-первых, наибольшая толщина электроискровых покрытий, наносимых современными источниками питания, пригодными для восстановления геометрии изношенных пар трения, достигла 200 мкм и более. Во-вторых, узким местом ремонтного производства стали низкая долговечность применяемого режущего инструмента и отсутствие современных технологий и оборудования для восстановления деталей с износами до 0,2 мм. Раньше эта задача частично решалась гальвано-диффузионными и лазерными технологиями, но сейчас ремонтники практически их не применяют.

По сути, современному ремонтному производству оказались нужны универсальные технологии и средства как для упрочнения, так и для восстановления режущих инструментов и деталей с малыми износами.

Для того чтобы предложить ремонтному производству электроискровую технологию, необходимо было поднять её технико-экономическую эффективность. Эту задачу решили:

- частичной механизацией процесса наплавки и отказа, как правило, от последующей механической обработки образованной поверхности с использованием металлорежущего оборудования;

- ремонтом сборочной единицы не обезличено;

- назначением параметров восстанавливаемой геометрии изношенных поверхностей деталей на основе методов функциональной взаимозаменяемости и требований к работоспособности узла и его надёжности;

- внедрением «под ключ» в ремонтное производство технологий и оборудования, с предварительной подготовкой операторов.

Реализация этих идей привела к тому, что потребности ремонтников совпали с возможностями электроискровых технологий, и поэтому только через 45 лет после первых исследований эти технологии начали внедряться в ремонтное производство. Трудности, связанные с внедрением электроискрового метода в ремонтное производство, заключаются в следующем:

- считается, что электронное оборудование не для ремонтного предприятия, операторы не осваивают технологию. Однако практика показывает обратное: операторы быстро осваивают технологии и «трепетно» относятся к эксплуатации оборудования, рабочий – оператор электроискрового участка за смену производит продукции в 1,5 ...7 раз больше, чем операторы других участков.

- поверхности, образованные электроискровой наплавкой и упрочнением, существенно отличаются от поверхностей, образованных другими методами. Текстура поверхности условно зерниста и нерегулярна.

Понять и привыкнуть, что электроискровые покрытия обладают хорошей работоспособностью, для ремонтников оказалась не простой задачей. Только положительные стендовые испытания и длительные эксплуатационные наблюдения снимают их сомнения.

В настоящее время электроискровые технологии по восстановлению деталей и упрочнению инструментов успешно освоены Вельским ремонтно-механическим заводом (дир. Трапезников В. М., нач. тех. отдела Кичанов Ю. А.), Архангельская область; Кольчугинской сельхозтехникой (дир. Меркулов В. Н., нач. тех. отдела Латыпов М. А.), Владимирская область; ООО «Тверское УПП ВОС» (гл. инж. Кудесов А. П.), Тверская область; Ярославским РТП (дир. Хаецкий Г. В., гл. инж. Черкасов В. В., нач. тех. отдела Петровский С. Н.) и ОАО «Некрасовскагпромтехснаб» (дир. Дворный И. П, гл. инж. Дудка П. И.), Ярославская область.

За рубежом изношенные, годные к восстановлению детали собирают через широкую сеть дилеров, а также путём обмена отказавших или требующих ремонта агрегатов на новые или отремонтированные, продажей мелкими ремонтными предприятиями крупным заводам или специализированным фирмам изношенных дорогостоящих деталей, годных к восстановлению. При продаже новых запасных частей или узлов дилеры снижают цены на 20 – 25 %.

К сожалению, в Российской Федерации утрачен опыт сбора изношенных деталей, который был организован и налажен ранее. Попытки его возродить применительно к деталям импортной техники не удаются.

Современный автомобиль представляет собой сложную систему, совокупность совместно действующих элементов – составных частей, обеспечивающих выполнение её функций, изготовленную из различных материалов, с высокой точностью обработки поверхностей деталей. Интенсивное использование современного транспорта вынуждает машиностроение вести активный поиск инновационных методов и способов обработки и изготовления автомобильных деталей, подвергающихся интенсивному износу и циклическим нагрузкам в агрегатах и узлах автомобилей. Из многолетнего опыта видно, что внедрение технологии электроискровой обработки в ремонтное производство, позволяет ресурс восстановленных узлов и агрегатов машин довести до 100 %, а их стоимость будет составлять не более 30 – 60 % от стоимости новых деталей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аблаев, А. А., Бурумкулов, Ф. Х., Лельчук, Л. М. Специальные покрытия на кольца автотракторных двигателей. // Пути совершенствования технической эксплуатации и ремонта машин АТК. Материалы Международного научно-практического семинара. Владимир. – 1999. – С. 24-26.
2. Аблаев, А. А., Бурумкулов, Ф. Х., Лельчук, Л. М. Восстановление гильз цилиндров высокооборотных двигателей. // Пути совершенствования технической эксплуатации и ремонта машин АТК. Материалы Международного научно-практического семинара. Владимир. – 1999. – С. 26-28.
3. Аблаев, А. А. Нанесение износостойких покрытий на детали авиационной техники. // Актуальные проблемы машиностроения: Материалы I Междунар. науч.-техн. конф. Владимир. – 2001. – С. 3.
4. Аблаев, А. А., Бурумкулов, Ф. Х. Инновационные технологии электроискрового легирования в ремонтном производстве. Санкт-Петербург, Изда-

тельство Политехнический университет. 2010 г. Часть 2, Материалы 12-й Международной практической конференции-выставки 13-16 апреля 2010 г. «Технология ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов». – С. 4-9.

5. Лялякин, В. П. Состояние и перспективы ремонта машин в АПК // Труды ГОСНИТИ. 2008. – Т. 101. – С. 33–37; Черноиванов В. И., Лялякин В. П., Литовченко Н. Н. Ресурсосберегающие восстановительно-упрочняющие технологии – основа вторичного производства деталей. / Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2009. – Т. 16, № 1.

6. Власкин, В. В. Повышение долговечности турбокомпрессоров дизельных двигателей восстановлением изношенных деталей методом электроискровой обработки. автореф. дис. ... канд. техн. наук / МГУ им. Н. П. Огарева, Власкин, Владимир Викторович. – Саранск, 2004. – 19 с.

7. Электроискровая технология восстановления и упрочнения деталей машин и инструмента (теория и практика) / МГУ им. Н. П. Огарева и др.; Ф. Х. Бурумкулов, П. П. Лезин, П. В. Сенин, В. И. Иванов, С. В. Величко, П. А. Ионов. – Саранск: Тип. «Крас. Окт.», 2003. – 504 с.

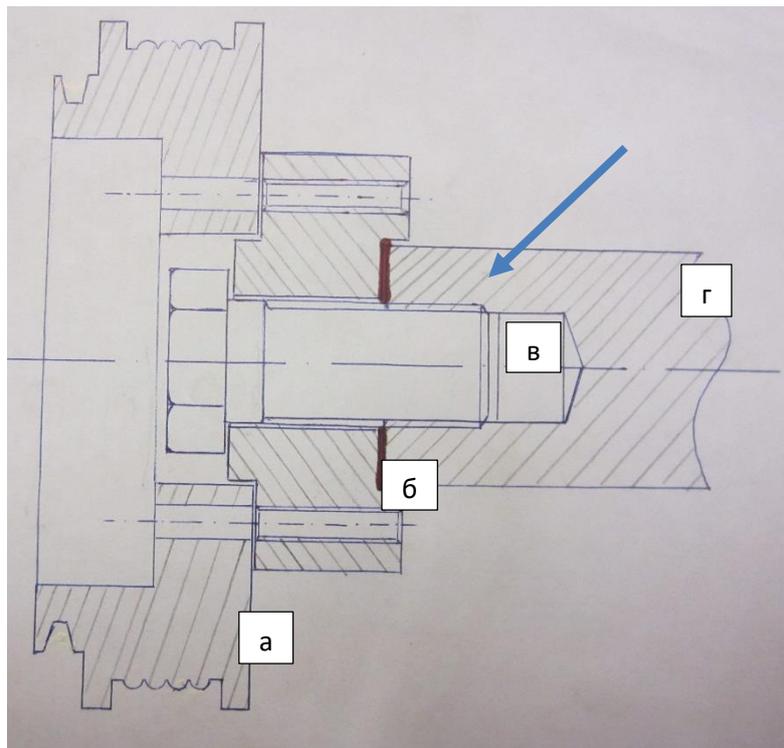
УДК 629.113

*М. Ю. Баженов, Е. Д. Ямщиков, А. Б. Дианов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ПРИМЕР ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИН ОТКАЗА ДВИГАТЕЛЯ**

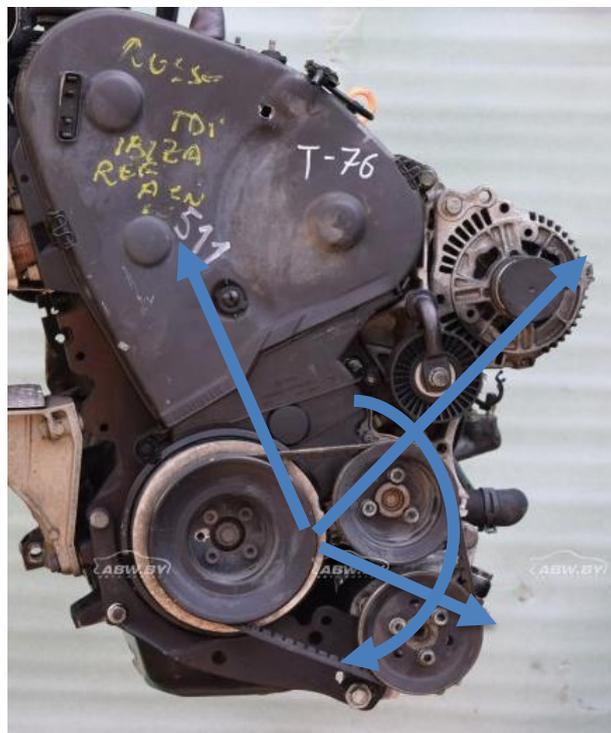
В авторемонтной практике встречаются случаи отказа двигателя после ремонта или обслуживания. Например, при незначительном пробеге после замены ремня газораспределительного механизма (ГРМ). Детали ремённого привода ремня ГРМ в период эксплуатации многократно (каждые 60 тыс. км) подвергаются разборочно-сборочным операциям при проведении плановых замен ремня и могут накапливать различные дефекты. Иногда это связано с изломом или ослаблением центрального болта коленчатого вала, крепящего блок шкивов приводных ремней и шестерни ремня ГРМ к переднему концу коленчатого вала. Данная поломка приводит к нарушению фаз газораспределения, соударению ударов клапанов о поршни с повреждением обоих. Подобное повреждение не редко встречается на автомобилях VW с двигателем 1.9 TDI, на примере которого попытаемся изучить причины подобного отказа.

Рассмотрим схему исследуемого узла (рис. 1). Блок шкивов коленчатого вала, состоящий из шкива клинового ремня привода гидроусилителя и помпы, а также поликлинового шкива привода ремня генератора, прикреплён четырьмя болтами М8 к шестерне привода ремня ГРМ. Функция центрального болта заключается в креплении блока шкивов через шестерню зубчатого ремня консольно, к переднему концу коленчатого вала. Привалочными поверхностями являются торец коленвала (рис. 3) и внутренняя торцевая поверхность шестерни. К данному узлу через приводные ремни приложены радиальные усилия от генератора: гидронасоса, ремня ГРМ, помпы, крутящий и инерционный моменты, также существует усилие от веса и дисбаланса вращающегося блока шкивов. Консольное расположение шкивов дополнительно создаёт изгибающий момент вдоль оси вала (рис. 2). Необходимо отметить, что с технической точки зрения это не самое удачное решение (вероятно вынужденное), поэтому фирма VW в процессе совершенствования конструкции несколько раз увеличивала диаметр центрального болта.



**Рис. 1. Схема блока шкивов прикреплённого болтом к переднему концу коленчатого вала: а) шкив привода помпы, генератора, ГУР; б) шестерня механизма ГРМ; в) болт; г) коленчатый вал. Стрелкой обозначена плоскость, по которой произошёл излом**

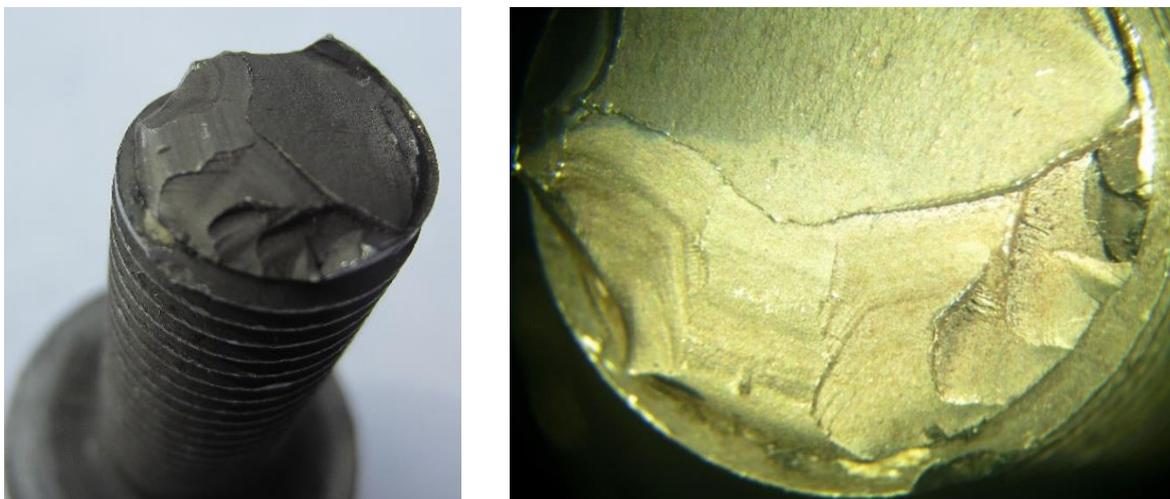
Исследование начнём с осмотра представленного болта и его излома. Методом наложения резьбы двух оставшихся половинок болта установлено, что дефекты, вытяжка резьбы и тела болта отсутствуют. На наружном торце шестерни и на внутренней поверхности шляпки болта имеются взаимные отпечатки. На изломе болта отсутствуют видимые дефекты материала (как возможные фокусы излома). Следовательно, исследуемый болт соответствующего качества и был затянут должным образом. Визуальная фрактография излома в соответствии с рекомендациями источника [1, стр. 115] показывает, что излом имеет усталостный характер и произошёл под действием нагрузки в виде изгиба при вращении. Это соответствует условиям нагружения данного узла при работе двигателя.



**Рис. 2. Условная схема усилий приложенных к блоку шкивов**

Осмотр сопрягаемых поверхностей вала (рис. 4) и шестерни (рис. 5) показал неполное прилегание поверхностей к друг другу. Светлые отпечатки на фото, это участки прилегания поверхностей, наоборот наличие ржавчины указывает на неприлегание (зазор) на данном участке. Наличие зазора означает, отсутствие жёсткого соединения вала с блоком шкивов, соответственно возникает действие на болт изгибающего момента, а поскольку вал вращается возникает периодический знакопеременный изгиб болта. Такое нагружение называется «изгиб при вращении», что и при

привело к усталостному излому, так как болт конструктивно не предназначен для восприятия изгиба.



**Рис. 3. Излом болта коленчатого вала. Правое фото с большим увеличением**



**Рис. 4. Поверхность торца коленчатого вала исследуемого двигателя. Внутри резьбового отверстия виден остаток болта**

Обобщая вышесказанное: излом центрального болта коленчатого вала и последующий отказ двигателя в рассматриваемом случае произошёл по причине пренебрежения персонала, производившего замену ремня ГРМ, недопустимым состоянием торцевой поверхности торца коленчатого вала. В данном случае необходимо была либо замена коленчатого вала, либо восстановление привалочной поверхности. Отказ имеет производ-

ственный характер поскольку вызван несовершенством технологического процесса замены ремня ГРМ.



Рис. 5. Привалочная плоскость шестерни привода зубчатого ремня

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фридман, Я. Б., Гордеева, Т. А., Зайцев, М. А. «Строение и анализ изломов металлов». – Машгиз, 1960 г.

УДК 629.113

*Ю. В. Баженов, А. Б. Дианов, Е. Д. Ямщиков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВЕСКИ И РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ**

В практике расследования обстоятельств дорожно-транспортных происшествий (ДТП) периодически встречаются случаи, когда лицо признанное государственной инспекцией безопасности дорожного движения (ГИБДД) виновником заявляет, что он потерял контроль над автомобилем вследствие внезапной поломки (разрушения) деталей подвески и рулевого управления перед ДТП и предъявляет производителю

(продавцу) автомобиля судебную претензию по качеству изготовления, требуя проведения экспертизы. Как правило назначается материаловедческая экспертиза детали (элемента) на разрушение которого, как первопричину ДТП ссылается одна из сторон. Исследование проводится с целью обнаружения возможных дефектов изготовления детали, которые обычно отсутствуют. Реальная причина разрушения далее не исследуется.

Авторами предлагается иной метод опирающийся на исследовании величины и направлений усилий приложенных к разрушенной детали подвески и рулевого управления в эксплуатации и при ДТП, установлении условий при которых возможно данное разрушение. Предлагаемый метод опирается на общетехническую методику предложенную в книге «Строение и анализ изломов металлов» Фридман Я. Б., Гордеева Т. А., Зайцев М. А. Машгиз, 1960 г.

Так, установление причин разрушения детали, согласно упомянутому источнику производится в несколько этапов. Прежде всего оценивается состояние деталей сопряжённых с исследуемой, изучаются условия (кинематические связи, нагрузки) при которых возможны выявленные деформации и разрушения.

Далее, (как правило в лабораторных условиях), производится «фрактография» излома данной детали. Определяется характер излома пластичный (вязкий), хрупкий, статический, либо усталостный), что содержит информацию не только о свойствах материала детали, его составе, твёрдости поверхности, наличии дефектов, но и о величине, динамике и направлении нагрузки действовавшей на деталь. Для определения характера излома и направления усилия, достаточно макрометрического исследования выполняемого визуально, без применения специальной приборной базы или, в определённых случаях, с применением оптических приборов с увеличением до  $\times 10$ . В случаях необходимости проводится материаловедческое микрометрическое исследование с применением соответствующего оборудования.

При исследовании разрушенной подвески автомобиля имеются определённые особенности, так например наличие повреждений (разрушений) нескольких, часто не сопряжённых элементов и соответственно возникновения вопроса о последовательности разрушений, так как разрушение происходит не одновременно, сначала «лопнула» одна деталь, соответственно изменились связи и нагрузки, что привело к

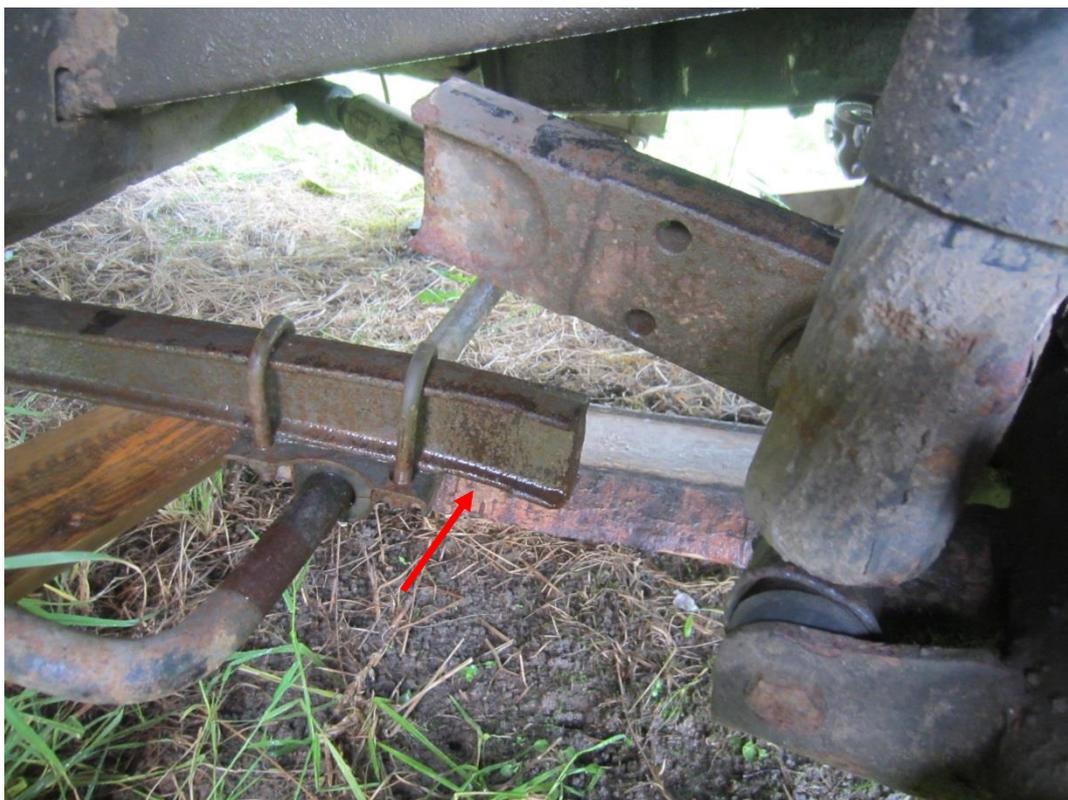
возникновению условий для возникновения новых деформаций и разрушений.

Для пояснения предлагаемого метода рассмотрим конкретный случай исследования ДТП с участием автомобиля УАЗ Патриот (столкновение с грузовым автомобилем, где заявлялось владельцем, что авария произошла по причине внезапного разрушения вала сошки рулевого управления).

При осмотре автомобиля УАЗ Патриот, выявлены следующие повреждения относящихся к тематике исследования: повреждение кузова в зоне передней правой фары, косой излом в горизонтальной плоскости балки переднего моста справа от главной передачи (рис. 1), излом обоих продольных рычагов передней подвески, правый рычаг с изгибом наружу (вправо по ходу автомобиля) (рис. 2), излом вала сошки рулевого механизма в зоне формирования шлицевой части с закручиванием шлицов по часовой стрелке (рис. 3). Исходя из незначительных повреждений кузова основной удар при столкновении автомобилей пришёлся в правое переднее колесо, при этом установлено, что после ДТП рулевая тяга сошки не была деформирована (изогнута).



**Рис. 1. Балка переднего моста и рычагов подвески с правой стороны автомобиля (пружины и рулевые тяги демонтированы)**



**Рис. 2. Излом правого переднего рычага автомобиля УАЗ Патриот. Стрелкой указано место изгиба перед изломом. Левый рычаг разрушен аналогичным образом**



**Рис. 3. Поверхность излома вала сошки представленного на исследование. Стрелкой указан очаг разрушения**



**Рис. 4. Шлицы вала сошки свёрнутые приблизительно на 5 градусов**

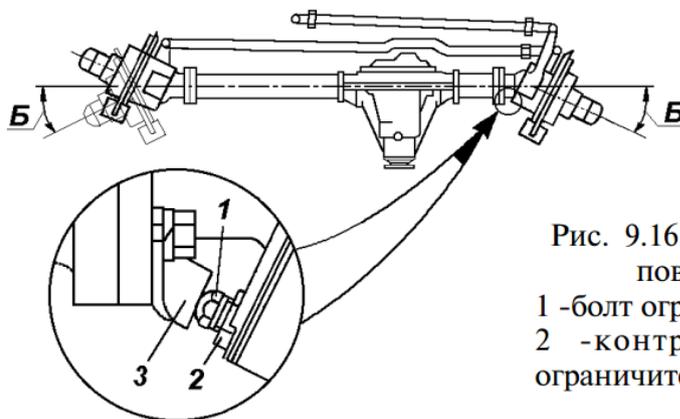
Наибольший интерес из комплекса повреждений представляет излом вала сошки (рис. 3, 4). Излом произошёл на участке перехода цилиндрической части вала диаметром 38 мм, в шлицевую – диаметром 34 мм, при этом имеется пластическая деформация вала в виде скручивания его шлицевой части (рис. 4). Закручивание вала составило более 5 угловых градусов (половину шага шлицов). Поверхность излома имеет равномерный серый цвет (рис. 3), и представляет собой гребнеобразные структурные образования исходящие от начальной зоны образования разрушения (очага). В данном случае зона образования разрушения совпадает с естественным концентратором напряжений – широким шлицевым пазом предназначенным для однозначной ориентации сошки на валу при сборке узла. Поверхность излома ориентирована приблизительно под углом 45 градусов к оси вала.

Наличие пластической деформации (закручивание шлицов) указывает на «вязкий» характер излома от крутящего момента, то есть под действием нагрузки вал сначала «завернуло» на некоторый угол, затем он «лопнул». На наружной цилиндрической, упрочнённой поверхности вала имеются трещины и сколы – признаки хрупкого излома, где макродеформация менее заметна. Это объясняется различными свойствами

материала внутри и снаружи вала. Подобный характер излома типичен для однократного нагружения усилием превышающего предел прочности детали (вала).



**Рис. 5.** Передняя подвеска и рулевая трапеция автомобилей УАЗ Патриот. Белые стрелки показывают направление усилий приложенных от колёс к сошке в эксплуатации



**Рис. 9.16.** Регулировка угла поворота колес:  
1 -болт ограничения поворота;  
2 -контргайка; 3 -упор-ограничитель поворота

**Рис. 6.** Схема рулевого привода автомобилей УАЗ Патриот с устройством ограничения угла поворота колёс. Из руководства по эксплуатации автомобиля

В соответствии с конструкцией рулевого управления автомобиля УАЗ Патриот, внешнее усилие передаётся к валу сошки через рулевую тягу и сошку от правого переднего колеса (рис. 5), при этом тяга работает на растяжение и сжатие, причём на растяжение (именно в сторону

произошедшего скручивания шлицов может передаваться гораздо большее усилие без деформации, чем на сжатие).

Возникновение такого усилия в эксплуатации предполагает наличие определённых условий, а конструкция накладывает определённые ограничения. Так для приложения к валу через сошку и тягу усилия способного «свернуть» вал (стальной пруток диаметром 35-38 мм), другой конец вала должен быть жёстко зафиксирован, но фактически вал сошки через рулевой механизм в движении автомобиля удерживает водитель, который не способен удержать вал при такой нагрузке, следовательно упор произошёл внутри рулевого механизма в крайнем положении, то есть сошка повернулась до упора вправо, но предельный угол поворота колёс и соответственно вала сошки в эксплуатации ограничен снаружи рулевого механизма за счёт внешних конструктивных упоров на поворотных кулаках балки моста (рис. 6). Если же при ударе в колесо балка моста ломается, внешнего упора нет, как в рассматриваемом случае, колесо и поворотный кулак с обломком балки безконтрольно смещается назад и тянет за рулевую тягу сошку, поворачивая вал до упора внутри рулевого механизма после чего начинается скручивание вала. Таким образом, при наличии упоров (до разрушения балки моста) скручивание вала сошки невозможно, соответственно разрушение вала явились вторичным повреждением, и не могло являться первопричиной ДТП, также как деформация и разрушение продольных рычагов (рис. 2). Первичным разрушением явился излом балки переднего моста при ударе в правое переднее колесо при столкновении автомобилей.

Обобщая вышесказанное: изучение характера излома вала позволило определить направление, величину и динамику усилия приведшего его к разрушению, а анализ состояния элементов направляющего аппарата подвески и рулевой трапеции после ДТП, с учётом их конструкции, позволило установить условия при которых возможны обнаруженные деформации и изломы и сформировать последовательность разрушения элементов и исключить производственный характер первопричины произошедшего ДТП.

## **К ВОПРОСУ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В РОССИИ**

Первый автомобиль появился на свет в 1886 году. Автомобилестроение активно развивалось и открывало перед человеком новые возможности и удобства. Сегодня транспорт определяет ситуацию практически во всех сферах жизнедеятельности человека, поэтому его эксплуатация отражается на многих аспектах нашей привычной жизни.

Характер эксплуатации автотранспорта и его особенности во многом определяются типом транспорта, его техническим оснащением, сферой использования. Современные автомобили условно делятся на:

1. Легковые машины. Сюда относится транспорт весом 0,4-2,6 тонн, рассчитанный на 2-7 посадочных мест. Данная категория транспорта получила наибольшее распространение повсеместно в мире. Используется чаще всего в личных целях для перевозки людей и малых грузов на ежедневной основе. Наибольшее распространение получили автомобили с закрытым кузовом на 4 места. На их долю приходится свыше 62 % легкового транспорта. Учитывая высокую эксплуатационную нагрузку данной категории транспортных средств, им требуется регулярное обслуживание для поддержания безопасности водителя и пассажиров, сохранения функционала и характеристик автомобиля. Большая часть обслуживания и поддержания технического состояния легкового транспорта ложится на плечи станций технического обслуживания (СТО). При этом отслеживать состояние эксплуатации, оценивать авто должен владелец автомобиля и принимать соответствующие меры для предотвращения возникновения опасных и неблагоприятных ситуаций. К сожалению, нередко владельцы легковых автомобилей решают проблемы эксплуатации автомобиля после произошедших поломок, а не предотвращают их появление.

2. Грузовые машины. К данной категории транспорта относятся транспортные средства массой 0,3-10 тонн, оборудованные платформами или прицепами для перевозки грузов, техники, военных единиц. Их используют чаще всего для решения конкретных, регулярных и важных задач. В связи с этим эксплуатация автотранспорта носит выраженный характер и на её поддержание выделяются средства для проведения необходимых мероприятий. Контроль технической исправности грузового авто-

мобиля – обязательное условие регулярной эксплуатации автотранспорта. Плановые проверки и обслуживания на базе государственных СТО в установленный срок – основа долговечной и безопасной эксплуатации грузового автотранспорта.

3. Машины специального назначения, представлены легковыми и грузовыми единицами, для проведения узкоспециализированных и специфических задач с использованием особого оборудования. В основном это спецтехника, закреплённая за военными, госструктурами по типу пожарных и скорых автомобилей, дорожных служб, которые перевозят людей и особые грузы. Учитывая высокую важность данной категории автотранспорта, его эксплуатация носит регулярный характер. Автомобили специального назначения всегда поддерживаются в технически годном состоянии, а их автопарк регулярно обновляется.

Вполне очевидно, что перечисленные категории автотранспорта испытывают различную эксплуатационную нагрузку. Она может выражаться в характере производимых работ, интенсивности и регулярности перевозок, условий использования техники. Автотранспорт, принадлежащий физическим и юридическим лицам, получает совершенно разное обслуживание, подчас не соответствующее реальному положению дел, что закономерно в первую очередь для сегмента легковых автомобилей личного пользования. Даже плановый техосмотр автомобиля не гарантирует, что эксплуатация автотранспорта будет долгой и безопасной. В первую очередь это связано с человеческим фактором: стиль вождения, отношение к автомобилю, регулярность обслуживания. Невозможно точно проконтролировать и соблюсти предъявленные требования к эксплуатации автотранспорта в полной мере. Скорее это вопрос личной ответственности, отношение водителя к безопасности на дороге, соблюдения ПДД.

Современный автомобиль превратился в сложный агрегат со множеством функций, поэтому водитель должен соответствовать своими знаниями и технической подготовкой тому автомобилю, который он использует. Незнание конструкции автомобиля, принципа действия его основных устройств и узлов, плохая водительская подготовка делают эксплуатацию транспортного средства опасным и дорогостоящим делом.

Главные риски для эксплуатации автомобиля представляют:

1. Безопасность дорожного движения. С момента появления автомобиля аварийность – главная проблема эксплуатации автомобильной техники. Технический прогресс привёл к созданию мощных и быстрых авто,

их количество на дороге увеличивается из года в год. Россия занимает второе место по аварийности в мире, пропустив вперёд только Индию. Число ДТП за 2018 год составило более 126 000 случаев. Погибло 16 600 человек, 168 146 человек получили травмы. Каждый четвёртый автомобиль в России попадал в аварию, имеет повреждения, не может функционально и безопасно эксплуатироваться из-за дороговизны ремонта и обслуживания. Автомобиль, который изначально не соответствует требованиям и нормативам эксплуатации не может быть безопасным для водителя и других участников дорожного движения.

2. Малое число СТО и дороговизна обслуживания автомобиля. Количество автомобилей в России превышает количество автосервисов по потребностям в 10-12 раз. При этом доступность ремонта и обслуживания у официальных дилеров и сервисах остаётся недоступной из-за высокой цены услуг для большинства водителей массового сегмента авто стоимостью 400 000 – 800 000 рублей, особенно для владельцев иномарок. Это привело к появлению большого количества неофициальных СТО работающих без лицензии, предоставляющих услуги по принципу «как есть». Для устранения этой проблемы и улучшения условий эксплуатации автотранспорта необходимо открыть около 26000 новых СТО и привлечь в эту сферу услуг по меньшей мере порядка 115 тысяч специалистов. Нехватка качественных услуг по обслуживанию автомобиля и локализация большей их части в центральных регионах России усугубляют эксплуатацию транспортных средств в регионах и делают дорожную обстановку нестабильной.

3. Большой сегмент вторичного автомобильного рынка. На долю вторичных автомобилей с пробегом приходится свыше 66 % от общего числа автотранспорта на российских дорогах. Из них более 12 % – машины выпущенные свыше 20 лет назад. Большинство подобных транспортных средств не соответствуют нынешним нормативам по безопасности, выхлопам, надёжности эксплуатации. Это устаревшие, но имеющие привлекательную цену автомобили, поэтому именно на них приходится основной спрос покупателей. Данная проблема связана в первую очередь с малой доступностью новых автомобилей для массового сегмента покупателей, малым количеством программ помощи населению в этом вопросе, слабой государственной поддержкой, чрезмерно насыщенным рынком старых автомобилей. Именно цена машины, а не безопасность, комфорт, долговечность эксплуатации транспортного средства представляют главный интерес для людей.

4. Плохое качество дорог и их загруженность. Ситуация в центральной части России и регионах по состоянию дорог и их загруженности кардинально отличается. На долю перевозок по федеральным трассам, которые соответствуют нормативам по дорожному покрытию, приходится только 52 % от всего объёма автомобильных перевозок, при этом нагрузка на эти трассы превышает допустимую интенсивность на 23-24 %, что существенно снижает пропускной трафик и не даёт эксплуатировать дороги полноценно. Более 32 % российских дорог не соответствует стандартам по ровности и качеству покрытия, более 36 % дорог имеют неудовлетворительное состояние по сцепке автомобиля и покрытия. Общая подвижность российского водителя в 2,5 раза ниже по сравнению с другими странами, имеющими такой же автопарк.

5. Число ограничивающих и регулирующих знаков на российских дорогах не соответствует их интенсивности использования на 28 % и 23 % соответственно. Дорожные условия самым прямым образом влияют на продолжительность эксплуатации автомобиля и в большинстве случаев носят ограничивающий характер.

Резюмируя все вышесказанное напрашивается вывод о неоднозначности условий эксплуатации автомобильного транспорта в России. Здесь присутствует большое количество факторов, повлиять на которые очень сложно ввиду их закрепления и широкой динамики в зависимости от того или иного региона. Немалую роль играет человеческий фактор, позиция владельца авто к ежедневно встречающимся дорожным проблемам.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Головных, И. В. Научная школа «Повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта» / И. В. Головных // Вестник иркутского государственного технического университета. – Иркутск, 2005. № 2(22) С. 121.
2. Марилов, В. С. Проблемы эксплуатации автомобильного транспорта / В. В. Марилов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (с международным участием). – Тюмень, 2014. – С. 57-58.

УДК 629.017

*И. В. Барабошкин, аспирант (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

*А. Г. Сергеев, д.т.н., профессор (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

## **АНАЛИЗ КУЗОВНЫХ ДЕФЕКТОВ, КОРРОЗИОННОГО ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Технически исправное состояние кузова автомобиля является основой безопасности дорожного движения транспортных средств (ТС) и характеризуется существованием или отсутствием дефектов. Основные причины возникновения повреждений кузова:

- качество лакокрасочного покрытия (ЛКП);
- эксплуатационные коррозионные воздействия внешней окружающей среды;
- статические и динамические силовые нагрузки;
- дорожно-транспортные происшествия;
- заниженные показатели качества производства кузова;
- естественный износ ТС.

Основная задача оценки состояния кузова заключается в своевременном выявлении трещин и очагов коррозии металла. Механические повреждения материала образуются в результате эксплуатации ТС. Наиболее частые места повреждения кузовных элементов определяются нагруженностью того или иного узла, к примеру несущие лонжероны, опорные площадки амортизационных стоек. В результате с увеличением пробега происходит последовательная деформация арок крыльев, кузовных проёмов, заломы в точках крепления подвески автомобиля. Данные деформации выявляются органолептическим методом [2, 4].

Основные повреждения, наносимые коррозией металла ТС, приходятся на несущий кузов. Дополнительное воздействие на износ ТС оказывают механические повреждения в процессе эксплуатации – камни, дорожные выбоины, песок, соударения с другими объектами движения.

Сила воздействия внешних факторов на кузовные элементы возрастает пропорционально увеличению скорости движения автомобиля.

Постоянное механическое воздействие дорожных факторов-камней, частиц песка, в сочетании с химическими реагентами на основе солей и воды, способны значительно сократить срок службы кузова даже обработанного защитными антикоррозионными и износостойкими составами.

Повышенные рабочие температуры при работе некоторых узлов и агрегатов ТС провоцируют возникновение очагов коррозии, потенциальных точек деформации конструкции. В процессе нагрева происходит нарушение однородности прилегающих защитных покрытий, окисление незащищённого металла и, как следствие, возникновение и интенсивный рост посредством агрессивных факторов окружающей среды сквозной коррозии.

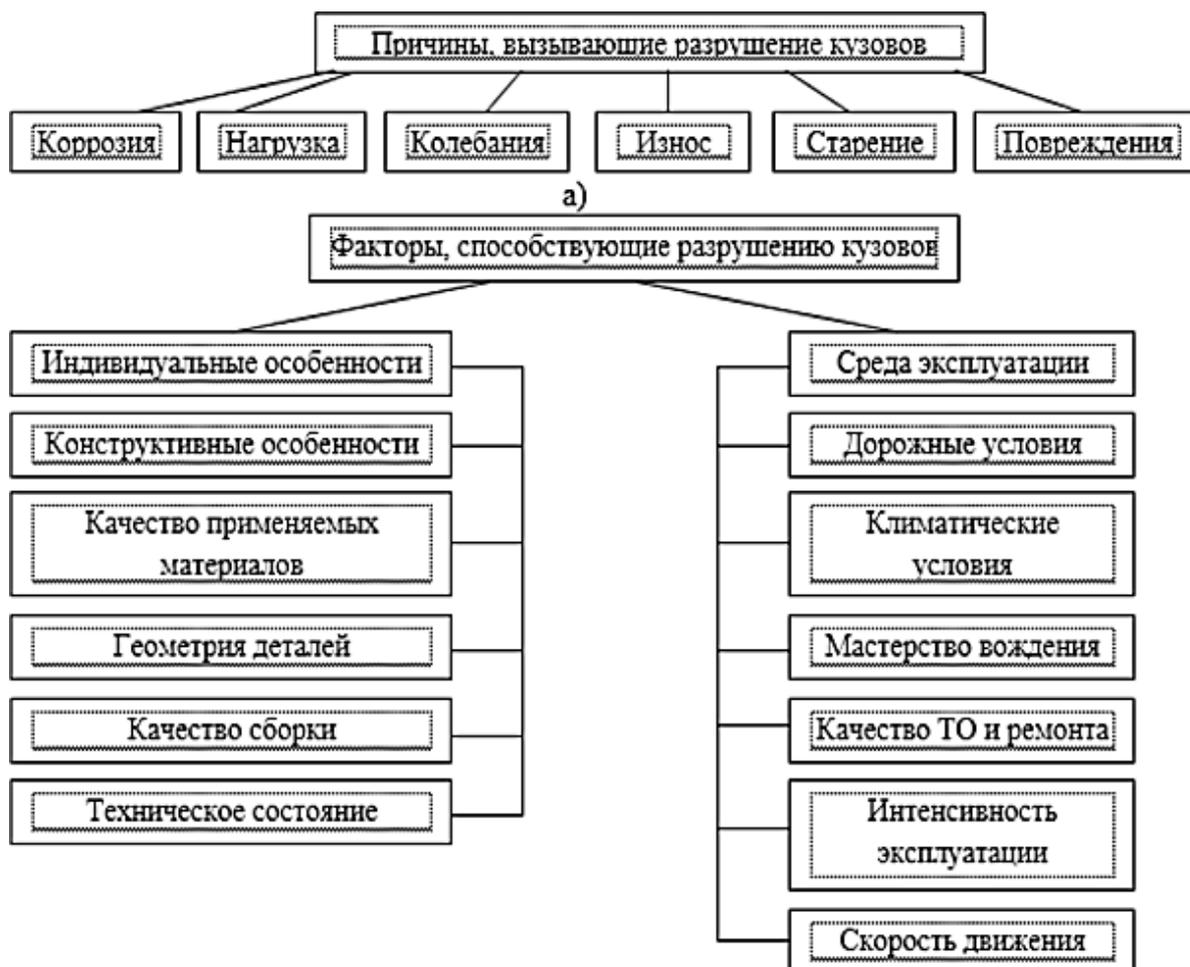


Рис. 1. Причины, вызывающие разрушения кузова ТС

Для обеспечения исправной эксплуатации автомобиля необходимо поддержания и в случае необходимости регулировка расположения точек расположения поперечин передней и задней подвесок, соосность верхних и нижних рычагов. Правильное расположение точек передних и задних колёс относительно кузова автомобиля влияет на безопасную управляемость автомобиля [6].

Точную проверку геометрии кузова позволяют проводить специаль-

ные стенды при снятой ходовой части. Проверку взаимного расположения переднего и заднего мостов можно осуществить на стенде для проверки геометрии расположения передних колёс [6].

Для контроля геометрии точек крепления узлов шасси и для выполнения сложного ремонта с одновременным контролем используют современные роботизированные установки и стенды.

При обширных повреждениях несущей конструкции осуществляют дефектовку путём частичной либо полной разборки повреждённого участка и узла, производят замер геометрических показателей на основании технических данных завода-изготовителя.

Совместно с замерами геометрии конструкции измерительными линейками по контрольным точкам, исследуют относительное перемещение (колебания) кузова автомобиля. Прочностные характеристики несущих элементов кузова оцениваются по параметрам относительных перемещений отдельных его элементов при изменении действующей нагрузки на автомобиль с использованием тензодатчиков, виброакустической аппаратуры.

Из источников [3, 4, 5] повреждения кузова автомобиля бывают двух видов:

- деформация ТС при дорожно-транспортных происшествиях;
- деформация автомобиля в процессе эксплуатации.

Наиболее значительные потери прочности и повреждения приходятся на возникающие регулярно в процессе эксплуатации дорожно-транспортные происшествия. Энергия соударения движущихся объектов поглощается несущей конструкцией кузова за счёт пластической деформации автомобиля за время менее 0,1 с. Вследствие воздействия больших нагрузок в продольном, поперечном и вертикальном направлениях наблюдается нарушение геометрических параметров несущих элементов конструкции, ослабление либо частичное разрушение сварных швов с вытяжкой металла.

Перечислим типовые кузовные повреждения, возникающие в процессе эксплуатации ТС [3, 4]:

1. Вмятины на кузове. Данный дефект может быть получен как в результате остаточной деформации конструкции, так и некачественно выполненных ремонтных работ.
2. Трещины металла кузовных элементов.
3. Эксплуатационные повреждения в виде пробоин материала либо же

разрывов с различной площадью дефекта.

4. Вытяжка металла характеризуется направлением дефекта относительно плоскости деформированной детали.
5. Точечная, местная, подплёночная коррозия.
6. Нарушение сварных соединений, клёпаных швов, износ отверстий под крепежные элементы.
7. Повреждения в результате ДТП – перекосы конструкции, прогибы несущих элементов, перекосы либо скручивание.
8. Трение качения приводит к износу технологических отверстий, стержней автомобиля, ослабления крепёжных узлов ТС. Систематические однотипные дорожные нагрузки способствует ускоренному износу большинства элементов автомобиля.

Последствием основной массы деформаций кузова ТС под действием химических и электрохимических процессов является коррозия металлических поверхностей, равномерно или хаотично разрастающаяся в процессе эксплуатации.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абакаров, А. К. Разработка требований по повышению долговечности кузовов автобусов в условиях повышенной агрессивности окружающей среды на примере ГПТ г. Махачкала. – Дисс. на соиск. уч канд. техн. наук – М.: 2005. – 34 с.
  2. Апраксина, Л. М. Коррозия металлов и методы оценки их химической стойкости: учеб.-метод. пособие / Л. М. Апраксина, В. Я. Сигаев. – СПб., 2008. – 45 с.
  3. Важкий, А. В. Методика определения технического состояния кузова легкового автомобиля. – Дисс. канд. техн. наук – М.:2002. – 205 с.
  4. Комаров, Ю. Я. Технические экспертизы на транспорте: учеб. пособие / Ю. Я. Комаров [и др.]. – Волгоград: ВолгГТУ, 2009. – 300 с.
  5. Фадеев, И. В. Исследование влияния компонентов агрессивной среды дорожного полотна на коррозию днища кузова легкового автомобиля: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2010. – 223 с.
- Хасанов, И. Х. Методика контроля технического состояния кузова легкового автомобиля на основе измерения углов установки управляемых колес // Вестник ОГУ. – 2011. – № 10. – С. 139-145.

УДК 656.1

*А. П. Болдин (Россия, г. Москва, МАДИ (ГТУ))*

*В. И. Сарбаев, А. С. Чусова, А. В. Копылов (Россия, г. Москва, Московский политехнический университет)*

## **УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПРЕДПРИЯТИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО АВТОТРАНСПОРТА**

Автокомбинат специализированного автотранспорта представляет собой сложную систему, состоящую из локальных систем (организационной, экономической, технической, технологической и социальной), каждая из которых имеет свою структуру, технологию и технику управления. Их функционирование осуществляется и контролируется конкретными подразделениями и исполнителями с использованием при этом соответствующих технических средств.

В настоящее время сложилась структура управления автокомбинатом, которая позволяет успешно решать вопросы, связанные с управлением, планированием, организацией производства и труда, создаются гибкие, оперативные и нетрудоёмкие формы руководства, обеспечивающие наиболее быстрое и качественное экономическое развитие предприятия (рис. 1).

Согласно сервисным книжкам, план-график проведения технического обслуживания (ТО) выполняется с установленной, периодичностью. Каждый очередной вид ТО (после 15,30, 45 тыс. км пробега автомобиля и т.д.) имеет перечень операций, который на 47-76 % совпадает с предыдущим.

Текущий ремонт (ТР) выполняется по потребности.

По данным о проведении ТО и ТР автомобилей, на одном из автопредприятий за март – апрель (табл. 2 и табл. 3), видно, что автопредприятие около 90 % ТО проводит своими силами. Что касается текущего ремонта, то около 30 % ремонтов, проводится на станциях технического обслуживания по зарубежным автомобилям и около 5 % по отечественным.

В таблице 1 приведено распределение задач управления между отдельными службами и подразделениями предприятия [2].

# Структура управления автокомбината ГУП "МОСАВТОСАНТРАНС"

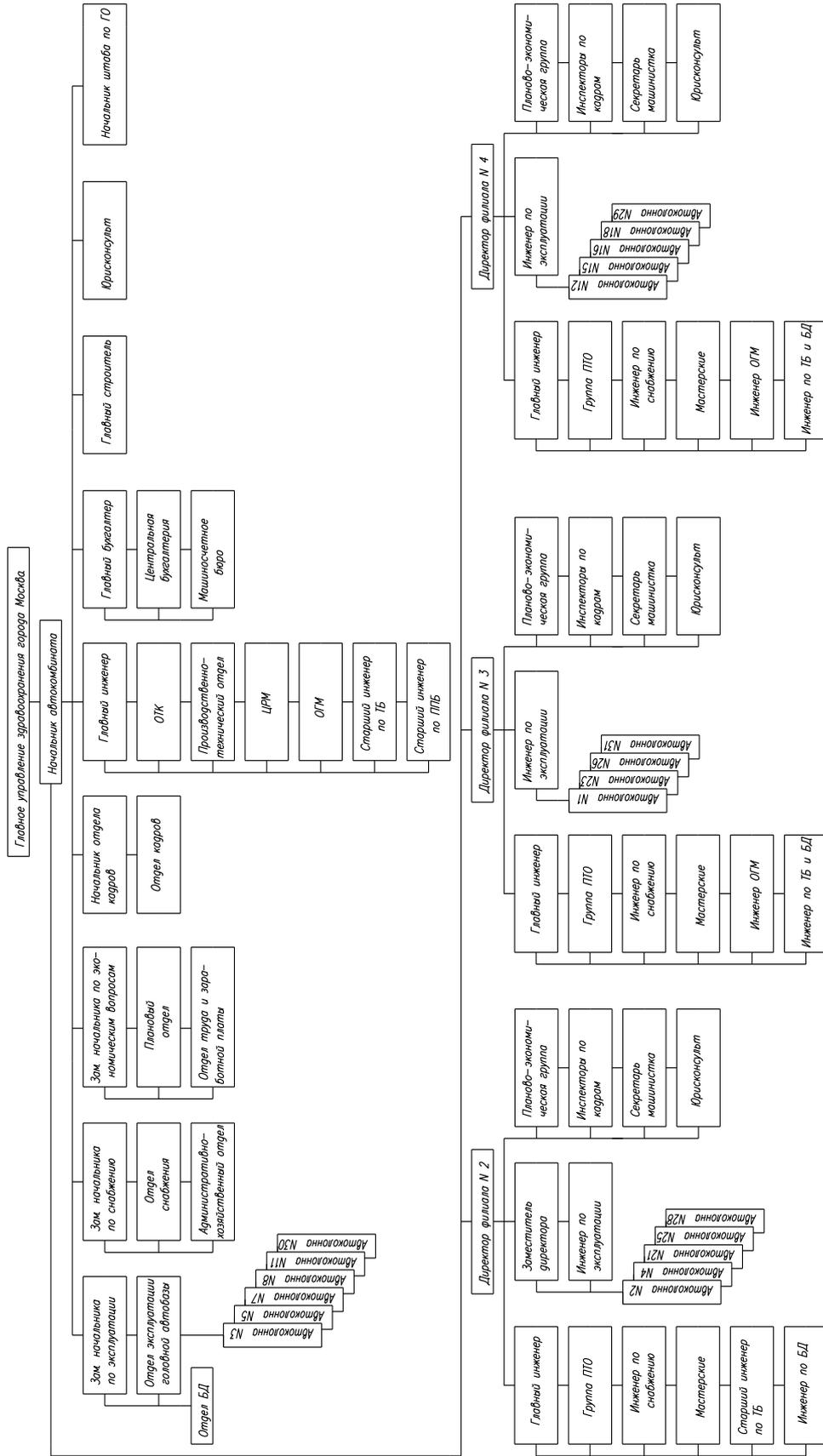


Рис. 1. Структура управления автокомбинатом

**Таблица 1 – Перечень основных задач и функций служб автотранспортных предприятий**

Содержание задачи	Ответственные за
Обеспечение выполнения плана и организация производственно-хозяйственной деятельности АТП	Руководители АТП и подразделений
Подбор, расстановка, подготовка кадров	Отдел кадров
Организация бухгалтерского учета и отчетности; контроль за финансовой деятельностью АТП	Бухгалтерия
Организация и учёт планово-экономической деятельности парка	Зам. начальника по экономическим вопросам
Общее административное руководство, координация и контроль деятельности подразделений	Начальник автокомбината
Выполнение плана перевозок; обеспечение сохранности автомобилей, комплектности и технического состояния	Автоколонны
Планирование и организация работ по БД и предупреждению ДТП. Разбор и оформление ДТП и аварий	Отдел БД
Техническое развитие АТП. Руководство и координация деятельности технической службы	Гл. инженер
Технологическая подготовка производства; повышение квалификации рабочих и ИТР; изобретательство и рационализация; охрана труда и техника безопасности; разработка и внедрение мероприятий по новой технике и технологии; научная организация труда	Старший инженер по технике безопасности
ТО и ремонт технологического и санитарно-технического оборудования, энергетического и силового оборудования	ОГМ
ТО и ремонт автомобилей (по специализации)	ЦРМ
Материально-техническое снабжение АТП; организация работы складов	ОМТС
Административно-хозяйственное обслуживание аппарата управления	АХО
Организация работы внутреннего транспорта	Гаражный отдел

**Таблица 2 – Сведения о проведении ТО и ТР автомобилей в марте 2018 г.**

Вид обслуживания	АРМ				Внешние организации				Итого
	ГАЗ	М.Б.	Прочие	Всего	ГАЗ	М.Б.	Прочие	Всего	
ТО	76	112	45	233	-	-	7	7	240
ТР	101	126	26	253	5	18	36	59	312
Всего	177	238	71	486	5	18	43	66	552

Примечание: ТО – техническое обслуживание; ТР – текущий ремонт; М.Б. – Mercedes-Benz; АРМ – ремонтные мастерские автотранспортного предприятия.

**Таблица 3 – Сведения о проведении ТО и ТР автомобилей в апреле 2018 г.**

Вид обслуживания	АРМ				Внешние организации				Итого
	ГАЗ	М.Б.	Прочие	Всего	ГАЗ	М.Б.	Прочие	Всего	
ТО	62	85	61	208	-	-	9	9	217
ТР	66	151	76	293	5	30	45	80	373
Всего	128	236	137	501	5	30	54	89	590

В настоящее время на предприятиях, у которых большое количество иностранных автомобилей, работы по ТО и ремонту осуществляются по кооперации со специализированными или фирменными станциями автосервиса, даже после завершения гарантийного периода эксплуатации автомобилей. Такая ситуация сложилась в связи с невозможностью автотранспортных предприятий выполнять своими силами сложные высокотехнологичные работы текущего ремонта, требующие наличия высококвалифицированного персонала, сложного специализированного технологического оборудования.

Таким образом, эффективность функционирования АТП в значительной степени определяется тем, насколько оптимальным и обоснованным является распределение работ по ТО и ТР автомобилей между АТП и предприятиями автосервиса, т.е. насколько эффективной является применяемая стратегия технической эксплуатации автомобилей (ТЭА). Выбор стратегии ТЭА является важнейшей задачей технической службы и руководства АТП в целом, с точки зрения обеспечения эффективности функционирования автотранспортного предприятия [1, 4].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Болдин, А. П. Особенности технической эксплуатации автомобилей специального назначения / А. П. Болдин, В. И. Сарбаев, А. С. Чусова. – В книге «Совершенствование автотранспортных систем и сервисных технологий» / Сборник научных трудов по материалам XIV Международной научно-технической конференции... – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т., 2018. – С. 75-78.
2. Сарбаев, В. И. Техническая эксплуатация автотранспортных средств. Выбор стратегии в организации и управлении: учебное пособие / под общей редакцией В. В. Тарасова / Сарбаев В. И., Тарасов В. В. – М.: МГИУ, 2004. – 192 с.

## **ПАССИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ**

Системы безопасности транспортного средства служат для предотвращения аварий, а также для уменьшения последствий аварий. Бортовая техника отличает активную и пассивную безопасность автомобиля. Оба параметра служат для безопасности участников дорожного движения и помогают контролировать транспортное средство даже в экстремальных ситуациях.

Сегодня считается, что несчастные случаи на дороге можно предотвратить заранее. Современные средства поддерживают тебя как водителя и способствуют твоей безопасности. Пассивная безопасность автомобиля в машине повышает защиту пассажиров, когда дело доходит до несчастного случая. К элементам пассивной безопасности автомобиля относятся:

1. Ремни безопасности;
2. Подушки и шторки;
3. Безопасная конструкция кузова;
4. Травмобезопасная рулевая колонка;
5. Активные подголовники;
6. Преднатяжители ремней;
7. Аварийный размыкатель аккумуляторной батареи (АКБ).

Самый главный элемент пассивной безопасности – это конечно кузов, хотя конструктивная безопасность кузова стала применяться не так давно. Всё дело в том, что изначально кузов делался из одного куска стали, и лишь потом кузов стал составным элементом, особенность которого заключается в программируемой деформации. Программируемая деформация позволяет не только гасить энергию, но и уводить силовой агрегат под кузов в момент аварии.

Развитие пассивной безопасности, не стоит на месте, и постоянно совершенствуется, поэтому это область и актуальна. Тенденция в этой области направлена на минимизацию травм пешехода и для этого уже разработана подушка безопасности, которая срабатывает в момент наезда.

Основные причины полученных травм при дорожно-транспортном происшествии (ДТП) являются:

1. переезд или наезд;
2. сдавливание;

3. удар;
4. осколки.



**Рис. 1. Кузов автомобиля**

В большинстве случаев при ДТП, страдает грудная и подвздошная область, и голова водителя при лобовом столкновении, ключица и плечевая кость при боковом ударе, а при ударе сзади водитель более и менее защищён. Для предотвращения травм водителю и пассажирам предполагается усиливать каркас кузова автомобиля при этом капот и багажник должны принимать все удары на себя и гасить всю энергию. Но в тоже время кузов должен обеспечивать доступ для специального инструмента спасателя, для извлечения из искорёженного автомобиля пострадавших.

Самый первый элемент пассивной безопасности – это ремень, который предотвращает перемещения водителя и пассажиров по всему салону в момент ДТП. Они бывают двух-, трёх-, и много точечные, в зависимости от области их применения, в повседневных автомобилях применяются трёхточечные ремни, хотя чем больше точек крепления, тем уровень надёжности выше.

Ремень безопасности оснащается с натяжителем (преднатяжителем), который и предотвращает продольные перемещения водителя и пассажиров в момент столкновения. Это достигается за счёт сматывания и уменьшения свободы прилегания ремня безопасности, на сматывание 10 см отрезка затрачивается 10 мс. Натяжители устанавливаются на замке ремня безопасности, конструкции которых бывают: тросовые, шариковые, роторные, реечные, ленточные, которые в свою очередь оснащаются механическим или электрическим приводом. Под приводом натяжителя понимается способ воспламенения пиропатрона. Механический способ основывается на боковом механизме, а электрический привод основывается на электрон-

ном управлении от электронного блока управления (ЭБУ) или датчика. Ремень безопасности оснащается ещё одним немало важным элементом, который предотвращает перегрузки на пассажиров – ограничитель усилия натяжения. С недавних пор ремень безопасности работает в тандеме с подушкой безопасности. На сегодняшний день различают следующие виды подушек безопасности:

1. Фронтальная;
2. Головная;
3. Боковая;
4. Коленная;
5. Центральная.

Стоит внести важное уточнение, подушки безопасности срабатывают только при условии, что ремень безопасности ведёт в замок. Время срабатывания подушки 40 мс. Подушка безопасности состоит из эластичной оболочки, смазанной тальком или крахмалом, газогенератора, который бывает двух видов твёрдотопливный и гибридный, а по характеру срабатывания одноступенчатый и двухступенчатый, и системы управления. Газогенератор и эластичная оболочка образуют модуль, они бывают куполообразные, которые устанавливаются в руль, и трубчатые – все остальные. Все подушки безопасности срабатывают при превышении силы удара, но фронтальные подушки безопасности не срабатывают при заднем и боковом ударе и опрокидывании. При ударе автомобиля сзади есть вероятность получить травму шейного отдела позвоночника, так как происходит продольное ускорение автомобиля относительно водителя и при этом тело человека отклоняется назад и для того, чтобы человек не сломал шею был разработан подголовник, который и минимизирует получения травмы шеи. С течением времени появились активные подголовники, которые в случае аварии приближаются к голове автомобилиста. И получаем в итоге два вида подголовников пассивные и активные, которые в свою очередь различаются по виду привода. Он бывает электрический и механический.

Как видно из рис. 2 инерционное движение человека назад при аварии передаётся через рычажный механизм к подголовнику, который и прижимается к голове, при снижении давления на спинку подголовник возвращается в исходное положение. Активный подголовник предполагает наличие ЭСУ, в которую входят датчик удара (задние), ЭБУ и механизм привода, основу которого опять же составляет пиропатрон с электрическим воспламенением. Ещё немаловажной разработкой инженеров являет-

ся аварийный размыкатель АКБ, который автоматически срабатывает в случаи срабатывания подушки безопасности и при ударе сзади.



Рис. 2. Подголовник с механическим приводом

Аварийный размыкатель АКБ бывает релейный и пиропатронный принцип их работы понятен из названия. Помимо внутренней пассивной безопасности, есть и внешняя, которая предназначена для защиты пешеходов. В первую очередь к ней относится сама конструкция кузова, то есть он должен быть без выступов, с покатым капотом, с мягкими бамперами и т. д. В современном мире технологии дошли до применения на транспорте наружных подушек безопасности, которая устанавливается между капотом и лобовым стеклом. Принцип работы такой же, как и у остальных подушек.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Современные системы безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://studfiles.net/preview/8169104/page:5> (дата обращения 23.08.2019).
2. Системы безопасности современного автомобиля [Электронный ресурс]. URL: <https://vvm-auto.ru/publikatsii/220-sistemy-bezopasnosti-sovremennogo-avtomobilya> (дата обращения 23.08.2019).
3. Хусаинов, А. Ш., Кузьмин, Ю. А. Пассивная безопасность автомобиля учебное пособие для студентов. УльГТУ, Ульяновск, 2011 г.
4. Афанасьев, Л. Л., Дьяконов, А. Б., Иларионов, В. А. Конструктивная безопасность автомобиля. – М.: Машиностроение, 2004 г. – 212 с.

УДК 629.331

*Ил. В. Денисов, (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

*А. А. Смирнов (Россия, г. Ковров, ИП Поляков О. М.)*

## **ДЕФЕКТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ВАЗ-2105, ВАЗ-2107**

Интенсивная автомобилизации общества Российской Федерации способствует восстановлению экономических связей и активному росту объёмов перевозок. Наряду с положительными моментами, связанными с увеличением количества автомобильной техники парка страны, существуют и отрицательные. Среди них следует отметить ухудшение экологической обстановки, ввиду большого объёма выбросов вредных газов в атмосферу и попадания продуктов износа и эксплуатационных жидкостей в лито- и гидросферу, значительные экономические потери, вызванные высоким уровнем дорожно-транспортной аварийности, и др.

Оперативное управление техническим состоянием автотранспортных средств (АТС) в эксплуатации с целью исключения линейных отказов способствует повышению безопасности перевозок, а, следовательно, позволяет решить проблему большого количества дорожно-транспортных происшествий на дорогах РФ, связанных с неисправностями колёсных транспортных машин. Вместе с тем, возможность управлять работоспособностью автомобильной техники существует только при условии наличия информации об её эксплуатационной надёжности и сведений о результатах диагностических воздействий, регулярно выполняемых при техническом обслуживании (ТО).

Процесс получения данных о дефектах колёсных транспортных машин требует сбора статистического материала о неисправностях и отказах их систем, который реализуют в ходе пассивного эксперимента на базе автотранспортных предприятий и организаций сервиса. В последующем результаты систематизируют и подвергают анализу с целью выявления наименее надёжных элементов конструкции автомобильной техники. Массовые дефекты представляют особый интерес, поскольку ограничивают безотказность транспортных машин и их ресурс.

В рамках решения данной задачи авторы статьи провели исследование отказов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) автомобилей ВАЗ-2105, ВАЗ-2107 в гарантийный период эксплуатации. Пассивный эксперимент проводился на базе предприятий сервисно-сбытовой сети ПАО «Ав-

тоВАЗ» в г. Владимире в период с 01.01.2010 по 30.04.2013 г. Всего было зарегистрировано 4453 рекламационных акта, из них 3716 в системах автомобилей марки ВАЗ-2107, 737 – в ВАЗ-2105, содержащих информацию о неисправностях транспортных машин. Общие сведения об эксплуатационной надёжности представлены в работе [1]. Настоящая публикация посвящена анализу неисправностей ДВС.

В таблице 1 содержится информация о дефектах элементов автомобильных двигателей рассматриваемых транспортных средств.

**Таблица 1 – Дефекты элементов ДВС автомобилей ВАЗ-2107, ВАЗ-2105**

№ п/п	Наименование дефекта	Каталожный номер детали	Количество
1	Течь в передний сальник коленчатого вала	1005034	76
2	Течь в задний сальник коленчатого вала	1005160	64
3	Не работает регулятор холостого хода	1148300	19
4	Износ рычага клапана	1007116	13
5	Дефект подушки задней опоры двигателя	1001045	10
6	Дефект прокладки головки блока цилиндров	1003020	9
7	Дефект прокладки масляного картера	1009070	9
8	Нет давления в масляной магистрали	1011010	7
9	Износ направляющей втулки выпускного клапана	1007033	6
10	Дефект литья (трещины, раковины) головки блока цилиндров	1003011	5
11	Не работает датчик положения коленчатого вала	3847010	5
12	Разрушение демпфера шкива коленчатого вала	1005058	4
13	Излом башмака натяжителя цепи	1006090	3
14	Дефект натяжителя цепи	1006060	2
15	Износ успокоителя цепи	1006100	2
16	Некачественный монтаж маслоотражающих колпачков	1007026	2
17	Прогорание выпускного клапана	1007012	2
18	Износ корпуса подшипников распредвала	1006033	1
19	Не отрегулирован зазор в клапанах, стук распределительного механизма	1007075	1
20	Негерметичность блока цилиндров	1002011	1
21	Некачественная завальцовка маслозаливной горловины	1003260	1

Анализ полученных результатов свидетельствует о крайне низком качестве изготовления сальниковых уплотнений коленчатого вала. В экс-

платации наблюдалось масляное запотевание и каплеобразование на блоке цилиндров в местах их монтажа. На рисунках 1 и 2 показаны гистограммы распределения наработок до отказа переднего и заднего сальников коленчатого вала двигателя ВАЗ-21067.

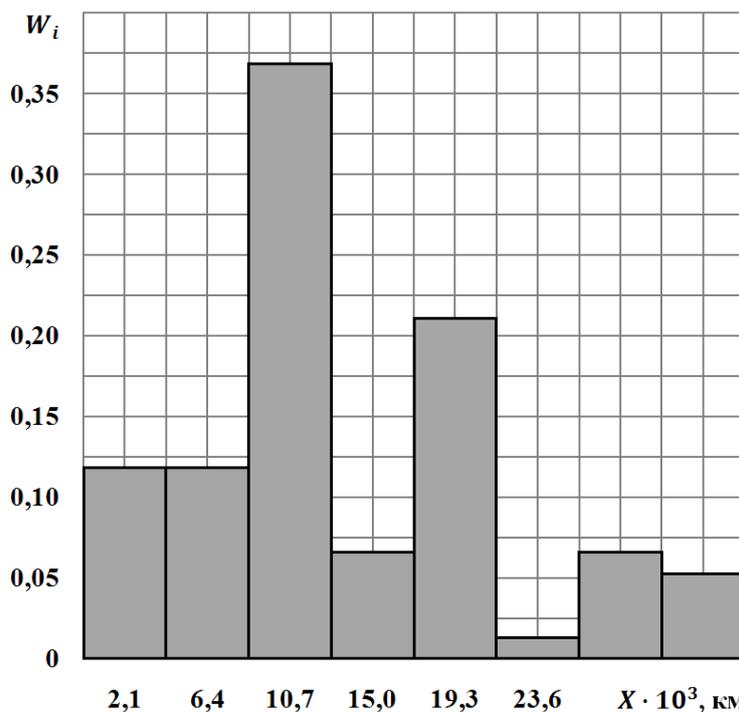


Рис. 1. Гистограмма распределения наработки до отказа переднего сальника коленчатого вала ДВС

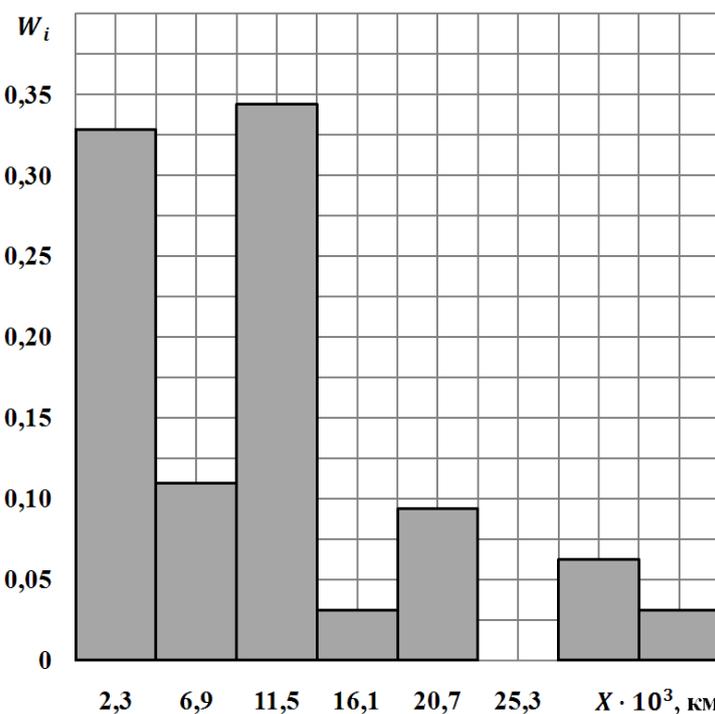


Рис. 2. Гистограмма распределения наработки до отказа заднего сальника коленчатого вала ДВС

Из гистограмм следует, что дефекты сальниковых уплотнений регистрируются при проведении плановых работ по ТО. Момент возникновения отказа установить затруднительно, поскольку обнаружение запотевания картера блока цилиндров двигателя не является основанием к замене сальника, а необходимость его демонтажа с силового агрегата возникает при каплеобразовании моторного масла.

Вместе с тем, авторы настоящей статьи провели обработку опытных данных с использованием методики [2]. В результате получены числовые характеристики распределения наработок до возникновения дефектов. Так, средняя наработка до отказа переднего сальника коленчатого вала составляет 13,4 тыс. км, а заднего – 10,5 тыс. км.

Таким образом, на автомобилях ВАЗ-2107 и ВАЗ-2105, в случаях обнаружения следов моторного масла на поверхности блока цилиндров ДВС в местах монтажа уплотнений коленчатого вала, рекомендуется профилактическая замена сальников на наработке 10 тыс. км.

Следует обратить внимание на дефекты регулятора холостого хода. В эксплуатации они проявлялись затруднённым пуском силового агрегата, перебоями в его работе, а также неустойчивыми оборотами коленчатого вала в переходных режимах. Неисправный элемент имел нарушения подвижности запорной иглы вследствие отказа привода регулятора.

Обязательной операцией при проведении регламентных работ по ТО является регулировка тепловых зазоров в газораспределительном механизме ДВС. В ряде случаев был обнаружен повышенный износ рычага клапана. Дефектную деталь заменяли новой, поскольку в противном случае успешно завершить регулировочную операцию не представлялось возможным. Повышенный износ рабочих поверхностей рычага может быть связан с несоответствием физико-механических характеристик материала, из которого он изготовлен, требованиям конструкторской документации, а также нарушениями в технологии его изготовления.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Денисов, И. В. Надёжность автомобилей в гарантийный период их эксплуатации [Текст] / И. В. Денисов, А. А. Смирнов // Автомобильная промышленность. – 2015. – № 11. – С. 1-4.
2. Моделирование производственных процессов автомобильного транспорта [Текст] // сост. С. И. Коновалов, С. А. Максимов, В. В. Савин. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 244 с.

## **АНАЛИЗ СВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ АВТОМОБИЛЯ**

Эксплуатационными характеристиками автомобиля называются свойства, характеризующие выполнение им транспортных и специальных работ: перевозки пассажиров, грузов и специального оборудования. Эти свойства определяют приспособленность автомобиля к условиям эксплуатации, а также эффективность и удобство его использования. К важнейшим эксплуатационным характеристикам автомобиля относят:

- динамичность;
- топливная экономичность;
- управляемость;
- устойчивость;
- проходимость.

На эксплуатационные свойства автомобиля влияют не только характеристики двигателя, подвески, но и параметры коробки передач. Из пяти вышеперечисленных эксплуатационных характеристик параметры коробки передач связаны с динамичностью, топливной экономичностью и проходимостью.

Рассмотрим критерии, служащие для обоснованного выбора передаточных чисел коробки передач в контексте эксплуатационных свойств на примере коробок передач переднеприводных автомобилей ВАЗ.

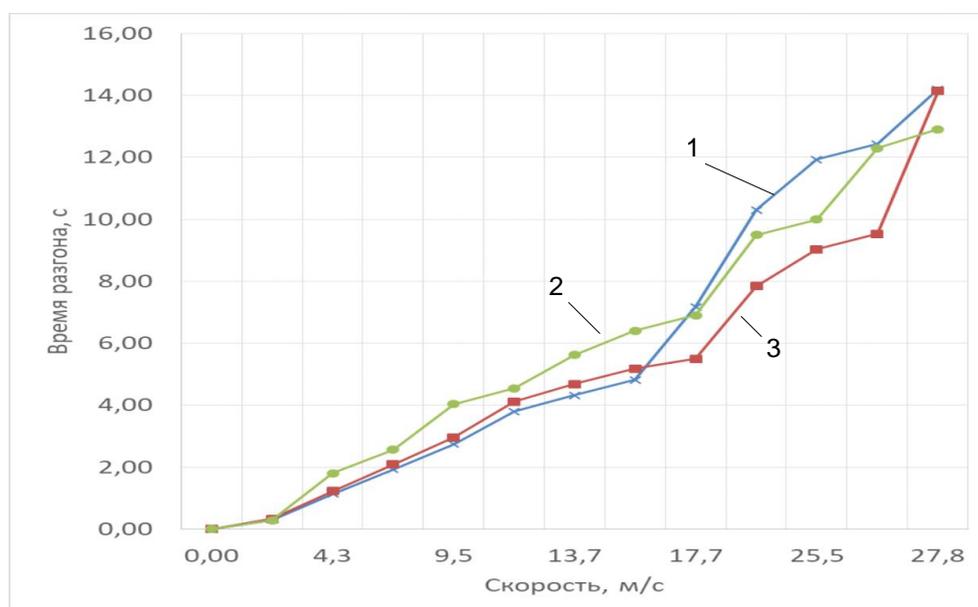
Для того чтобы при разгоне автомобиля двигатель работал в режиме, обеспечивающем максимальное ускорение, необходимо предусмотреть переключение передач при таких значениях частоты вращения вала двигателя, диапазон между которыми соответствовал бы участку максимального крутящего момента на внешней скоростной характеристике.

Предположим, что разгон начинается с первой передачи при частоте вращения коленчатого вала двигателя  $n_1$ . Двигатель набирает обороты до  $n_2$ . За это время скорость автомобиля также увеличивается пропорционально отношению  $n_2/n_1$ . При переходе на вторую передачу число оборотов вала двигателя снижается до  $n_1$ , а достигнутая на первой передаче скорость автомобиля сохраняется такой же за счёт изменения передаточного

числа коробки передач с  $i_1$  на  $i_2$ . Далее начинается разгон на второй передаче и т.д.

Исходя из этого, если основным критерием для выбора передаточных чисел коробки передач является динамичность, то их выбирают таким образом, чтоб процесс переключения передач можно было осуществлять с меньшим диапазоном изменения угловых скоростей вала двигателя в области скоростной характеристики, соответствующей максимальному крутящему моменту  $M_{кр\max}$ . Это достигается повышением плотности скоростного ряда, т.е. уменьшением разницы в передаточных числах между передачами. Однако, при ограниченном числе передач с высокой плотностью скоростного ряда значительно увеличивается расход топлива и уменьшается максимальная скорость автомобиля. Коробки передач с такими параметрами чаще всего устанавливаются на спортивные автомобили (ралли, кольцевые гонки). Примером такого ряда передаточных чисел является модернизированный «200-й» ряд для коробок передач ВАЗ (таблица 1).

Рассмотрим на примере разницу в разгонной динамике автомобиля при замене рядов передаточных чисел в коробке передач (см. рис.1). Принимаем, что мощность двигателя автомобиля составляет 60 кВт, снаряжённая масса 1100 кг.



**Рис. 1. Сравнение рядов передаточных чисел по времени разгона до 100 км/ч (27,8 м/с): 1 – стандартный ВАЗ-2181; 2 – «200» ряд; 3 – «18» ряд**

**Таблица 1 – Пример рядов передаточных чисел коробок передач ВАЗ**

Наименование ряда	Главная передача	Первая передача	Вторая передача	Третья передача	Четвертая передача	Пятая передача
ВАЗ-2181	3,9	3,636	1,95	1,357	0,941	0,784
«200-й»	4,71	2,923	2,222	1,76	1,39	1,167
«18-й»	4,13	3,17	2,105	1,48	1,129	0,81

Из графика (рис. 1) следует, что автомобиль с «двухсотым» рядом передаточных чисел разгоняется значительно быстрее, чем автомобили с другими рядами. Теоретический разгон до скорости 100 км/ч занимает у этого автомобиля 12,9 с. Автомобиль со стандартным рядом разгоняется до той же скорости за 14,2 с, а автомобиль с «18-м» рядом – за 14,14 с. Но автомобиль с «двухсотым» рядом и высокой плотностью передач имеет максимальную кинематическую скорость всего около 110 км/ч, в то время как со стандартным рядом он может развить 190 км/ч, а с «18-й» – 150 км/ч.

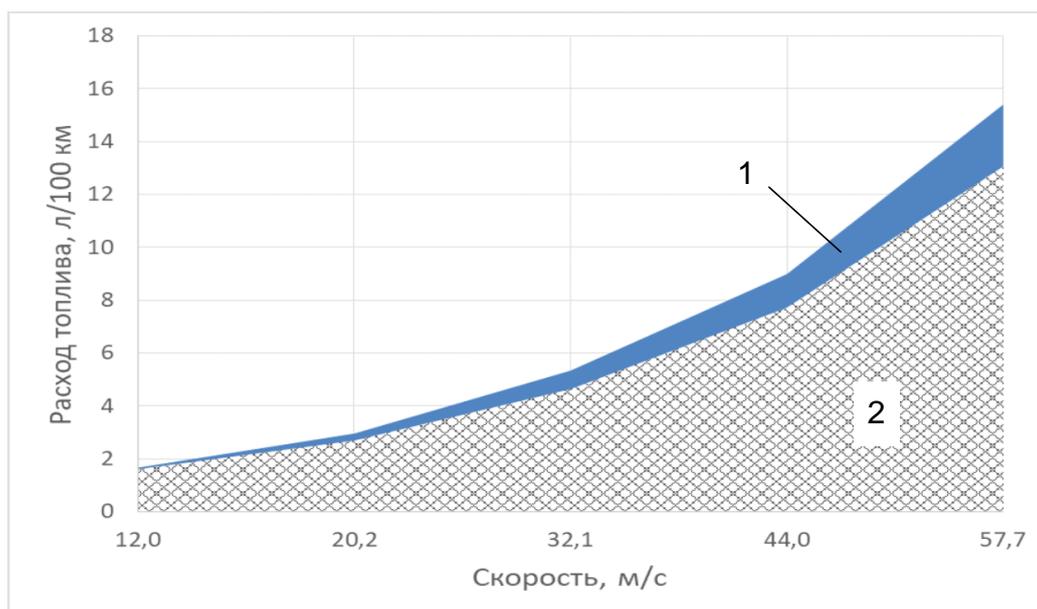
На автомобилях общего назначения параметры топливной экономичности выходят на первый план. Так же важным параметром для комфортного движения по загородным автомагистралям является крейсерская скорость – скорость, которая достигается в щадящих режимах работы двигателя, обеспечивающая оптимальную безопасную скорость движения автомобиля, а также обеспечивающая минимально возможный расход топлива для движения на данной скорости. Поэтому в ряду коробок передач на таких автомобилях обязательно присутствует ускоряющая передача, передаточное число которой меньше единицы.

Примером такого ряда передаточных чисел является стандартный ряд ВАЗ-2181 (таблица 1). Такие параметры коробки передач являются самыми универсальными из всех возможных. Большое передаточное число на первой передаче позволяет уверенно двигаться в сложных дорожных условиях, а передаточные числа меньше единицы на высших передачах позволяют добиться высокой топливной экономичности и максимальной скорости. Однако, разгонная динамика у автомобиля с таким рядом передаточных чисел является слабым местом, так как разница в передаточных числах между передачами велика.

Существуют ряды передаточных чисел, удовлетворяющие характеристикам топливной экономичности, разгонной динамики и максимальной скорости. В этих рядах присутствует, как и высшая передача с передаточным числом меньше единицы, так и разница между передаточными числами

ми меньше. Слабым местом такой коробки передач будет недостаточно большое передаточное число первой передачи, актуальное для движения в сложных дорожных условиях. Таким рядом передаточных чисел является модернизированный «18-й» ряд.

Рассмотрим на примере разницу в расходе топлива на ускоряющей передаче между стандартным рядом и «18-м» (рис. 2). «Двухсотый» ряд не рассматривается, так как не имеет ускоряющей передачи.



**Рис. 2. Сравнение рядов передаточных чисел по расходу топлива на 5 передаче: 1 – стандартный ряд ВАЗ-2181; 2 – «18-й» ряд**

Из рис. 2 следует, что на пятой передаче во всём диапазоне скоростей, «18-й» ряд обладает лучшей топливной экономичностью, чем ряд ВАЗ-2181.

Из всего вышесказанного следует, что параметры коробки передач (количество передач, передаточные числа зубчатых пар, время, необходимое на переключение передач), существенно влияют на эксплуатационные характеристики автомобиля. Оптимальные параметры коробки передач позволят повысить эффективность выполнения автомобилем транспортной работы, а также повысят удобство его эксплуатации. Однако, ряд, на примере рядов ВАЗ, в полной мере удовлетворяющий всем рассмотренным эксплуатационным характеристикам не существует. Такой ряд возможен только при увеличении числа передач.

УДК 656.13.071

*Р. И. Исмаилов, А. А. Завгородний, В. А. Максимов, А. А. Назаров,  
Н. В. Поживилов (Россия, г. Москва, МАДИ)*

## **ТИПОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ЕО АВТОБУСОВ ЛИАЗ-621365-79 В УСЛОВИЯХ ГУП «МОСГОРТРАНС»**

Своевременное, полное и качественное выполнение технического обслуживания является необходимым условием безотказной работы автобуса и сохранения гарантийных обязательств.

Настоящая «Технология технического обслуживания...» предназначена для автобусов модификации ЛиАЗ-621365-79, в качестве силового агрегата которых используются двигатель ЯМЗ-53633-03 с гидромеханической передачей модели *ZF Ecolife* серии *6AP-1400B*.

Автобус имеет цельнометаллический кузов несущей конструкции вагонной компоновки, шарнирно-сочленённый, имеет низкое расположение пола (низкопольный), что обеспечивает удобство посадки и высадки пассажиров и сокращает время остановок [1].

Автобус в соответствии с принятой классификацией, относится к автотранспортным средствам категории М3.

Автобус соответствует экологическому классу 5 (ЕВРО-5).

Работы по техническому обслуживанию являются профилактическими и должны выполняться в обязательном порядке и в указанные сроки [2, 3]. Они могут включать операции ремонта, технологически связанного с выполнением операций технического обслуживания (сопутствующий ремонт), состав которых определяется технологией выполнения регламентных работ.

Прочие ремонтные работы выполняются отдельно и не входят в состав технического обслуживания.

В качестве примера в табл. 1 приведена типовая технология выполнения работ ЕО автобуса ЛиАЗ-621365-79.

**Таблица 1 – Краткий перечень операций ежедневного обслуживания автобусов  
ЛиАЗ-621365**

Общая трудоёмкость – 94,34 чел.-мин. (1,57 чел.-ч)

№ работы	Наименование и содержание работы	Трудоёмкость, чел.-мин.
1	2	3
2.1. Уборочно-моечные работы, трудоёмкость 45,0 чел.-мин.		
1	2	3
1.	Вымыть автобус снаружи и протереть или просушить все элементы его оперения, зеркала приборы внешней сигнализации и номерные знаки	18,0
2.	После мойки осмотреть кузов автобуса снаружи на предмет наличия следов маркера, скотча и других посторонних предметов, не предусмотренных экипировкой	6,0
3.	Осмотреть наружную поверхность стёкол автобуса	6,0
4.	Убрать мусор в салоне и провести влажную уборку и чистку пассажирского салона, в том числе очистку: обивки потолка, стен, пола, стёкол, поручней, плафонов освещения, подушек и спинок сидений, аппарели	12,0
5.	Провести уборку и чистку кабины водителя	3,0
2.2. Контрольно-осмотровые, диагностические, регулировочные и крепёжные работы, трудоёмкость 35,34 чел.-мин.		
1	2	3
6.	Открыть задний люк автобуса	0,1
7.	Открыть боковой люк автобуса	0,1
8.	Проверить внешним осмотром состояние и натяжение приводных ремней, при необходимости устранить неисправности	1,0
9.	Проверить герметичность систем смазки, охлаждения, отопления, выпуска отработавших газов, гидропривода муфты вентилятора и рулевого управления	2,1
10.	Проверить герметичность системы отопления и работоспособность: отопителей салона и кабины водителя; обогрева зеркал; переднего отопителя для обогрева лобового стекла в зимнее время года. Коэффициент повторяемости 0,1	3,0
11.	Проверить работу предпускового жидкостного подогревателя (в холодное время года). Коэффициент повторяемости 0,1.	4,4
12.	Проверить герметичность соединений АКП и включение режима автоматической нейтрали АКП	1,5
13.	Проверить свободный ход рулевого колеса и усилие на рулевом колесе	0,4
14.	Проверить состояние и крепление колёс и шин, давление воздуха в шинах, при необходимости устранить неисправности	6,3
15.	Проверить давление воздуха в пневмосистеме, состояние пневматических баллонов подвески, амортизаторов, регуляторов положения кузова, слить конденсат из ресиверов	0,5
16.	Проверить по показанию контрольной лампы износа тормозных колодок	0,5

17.	Проверить эффективность действия рабочей и стояночной тормозной системы, при необходимости устранить неисправности	2,2
18.	Проверить работу вспомогательного тормоза (гидрозамедлителя)	0,6
19.	Проверить соответствие двигателя экологической норме ЕВРО-5	0,5
20.	Проверить действие приборов освещения, световой и звуковой сигнализации	6,2
1	2	3
21.	Проверить работу стеклоочистителей и омывателя ветрового стекла	0,2
22.	Проверить работу дверей	6,8
23.	Проверить состояние АСОТП	0,2
24.	Проверить крепление поручней и состояние спинок и подушек сидений	9,0
25.	Проверить состояние и работоспособность электронной информационной системы, которая включает в себя радиоинформатор, табло «бегущая строка» и маршрутоуказатели	2,5
26.	Проверить комплектность автобуса	1,0
2.3. Смазочные, очистительные и заправочные работы, трудоёмкость 11,1 чел.-мин.		
1	2	3
27.	Проверить и при необходимости довести до нормы уровень масла в картере двигателя	2,0
28.	Проверить и довести до нормы уровень жидкости в системе охлаждения	2,0
29.	Проверить уровень масла в бачке гидропривода вентилятора, при необходимости долить	0,4
30.	Проверить засорённость воздушного фильтра и фильтрующего элемента, при необходимости устранить неисправности	0,6
31.	Опустить переднюю крышку автобуса	0,2
32.	Проверить и при необходимости долить моющую жидкость в бачки стеклоочистителей ветрового стекла	2,2
33.	Поднять переднюю крышку автобуса по месту её расположения	0,2
34.	Проверить уровень реагента в бачке системы нейтрализации газов	2,6
35.	Проверить по показанию светового индикатора или убедиться визуально (если не подключен или не исправен световой индикатор) наличие водяного отстоя в водосборнике фильтра предварительной очистки топлива	0,3
36.	Слить конденсат из ресивера системы подготовки сжатого воздуха	0,2
37.	Проверить состояние и регулировку зеркал	0,2
38.	Закрыть боковой люк автобуса	0,1
39.	Закрыть задний люк автобуса	0,1
2.4. Проверка автобуса после обслуживания, трудоёмкость 2,9 чел.-мин.		
1	2	3
40.	Проверить состояние и работоспособность АСДУ-НППТ	1,0
41.	Проверить работу дверей	1,0
42.	Проверить работу вспомогательного тормоза (гидрозамедлителя АКП)	0,2
43.	Проверить включения режима «автоматической нейтрали» АКП	0,5
44.	Проверить работу антиблокировочной системы (АБС) тормозов	0,2

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автобус ЛиАЗ-621365-79 с силовым агрегатом ЯМЗ-ZF (экологический класс 5). Технология технического обслуживания. – Ликино-Дулево, 2018. – 250 с.
2. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Министерство автомобильного транспорта РСФСР. – М: Транспорт, 1986. – 78 с.
3. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и дополн. / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. – М: Наука, 2001. – 535 с.

УДК 656. 13.071

*Р. И. Исмаилов, А. А. Завгородний, В. А. Максимов, П. В. Максимов,  
Н. В. Поживилов (Россия, г. Москва, МАДИ)*

### **ТИПОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ТО-1 АВТОБУСОВ ЛИАЗ-429260 В УСЛОВИЯХ ГУП «МОСГОРТРАНС»**

Своевременное, полное и качественное выполнение технического обслуживания является необходимым условием безотказной работы автобуса и сохранения гарантийных обязательств.

Техническое обслуживание автобуса ЛиАЗ-429260 подразделяется на два этапа [1]:

- техническое обслуживание (ТО) в начальный период эксплуатации;
- ТО в основной период эксплуатации.

В начальный период эксплуатации автобуса выполняются следующие виды обслуживаний:

- ежедневное обслуживание (ЕО);
- техническое обслуживание (ТО-1000).

В основной период эксплуатации автобуса выполняются следующие виды обслуживаний:

- ежедневное обслуживание (ЕО);
- первое техническое обслуживание (ТО-1);
- второе техническое обслуживание (ТО-2);
- сезонное техническое обслуживание (СТО);
- дополнительные операции технического обслуживания.

Работы по техническому обслуживанию являются профилактическими и должны выполняться в обязательном порядке и в указанные сроки. Они могут включать операции ремонта, технологически связанного с выполнением операций технического обслуживания (сопутствующий ремонт), состав которых определяется технологией выполнения регламентных работ [2-3].

Прочие ремонтные работы выполняются отдельно и не входят в состав технического обслуживания.

В качестве примера в табл. 1 приведена типовая технология выполнения работ ТО-1 автобуса ЛиАЗ-429260.

**Таблица 1 – Краткий перечень операций технического обслуживания № 1 автобусов ЛиАЗ-429260**

Общая трудоёмкость – 304,3 чел.-мин. (5,07 чел.-ч)

№ работы	Наименование и содержание работы	Трудоёмкость, чел.-мин.
1	2	3
3.1. Уборочно-моечные работы, трудоёмкость 38,0 чел.-мин.		
1.	Вымыть автобус снаружи и протереть или просушить все элементы его оперения, зеркала приборы внешней сигнализации и номерные знаки	9,0
2.	После мойки осмотреть кузов автобуса снаружи на предмет наличия следов маркера, скотча и других посторонних предметов не предусмотренных экипировкой	4,0
3.	Осмотреть наружную поверхность стёкол автобуса	4,0
4.	Убрать мусор в салоне и провести влажную уборку и чистку пассажирского салона, в том числе очистку: обивки потолка, стен, пола, стёкол, поручней, плафонов освещения, подушек и спинок сидений, аппарели	8,0
5.	Провести уборку и чистку кабины водителя	3,0
6.	Провести мойку двигателя с навесным оборудованием и подкапотного пространства автобуса	10,0
3.2. Контрольные, крепежные и регулировочные работы, трудоёмкость 148,4 чел.-мин., в том числе		
3.2.1. Работы по обслуживанию двигателя и его систем, трудоёмкость 17,6 чел.-мин.		
1	2	3
7.	Открыть задний люк автобуса	0,1
8.	Слить отстой из фильтра предварительной очистки топлива	1,5
9.	Проверить внешним осмотром состояние и натяжение приводных ремней, при необходимости устранить неисправности	10,0

10.	Проверить состояние и крепление передних и задних опор двигателя	3,0
11.	Проверить герметичность систем: смазки; питания; охлаждения; нейтрализации отработавших газов; гидропривода вентилятора	3,7
12.	Проверить уровень жидкости в системе охлаждения	2,5
13.	Проверить состояние и крепление радиатора – охладителя надувочного воздуха и пластины радиатора. Коэффициент повторяемости 0,5	3,0
14.	Проверить состояние, герметичность и крепление фланцев приёмных труб глушителя, хомутов гибкого рукава приёмной трубы глушителя и корпуса глушителя к кузову	3,0
15.	Проверить состояние и действие пульта мотоотсека в заднем распределительном электрощите	0,5
3.2.2. Работы по обслуживанию АКП, трудоёмкость 6,0 чел.-мин.		
1	2	3
16.	Открыть салонный люк над АКП	2,0
17.	Проверить состояние, герметичность и крепление АКП к двигателю, масляного картера и заливной пробки	4,0
3.2.3. Работы по обслуживанию карданной передачи, трудоёмкость 5,2 чел.-мин.		
1	2	3
18.	Проверить люфт в шарнирах и в шлицевых соединениях карданной передачи	1,2
19.	Проверить крепление фланцев карданного вала, стопорных колец игольчатых подшипников	4,0
3.2.4. Работы по обслуживанию заднего моста, трудоёмкость 4,5 чел.-мин.		
1	2	3
20.	Проверить герметичность заднего моста в районе сливной и заливной пробок	2,2
21.	Проверить крепление крышек полуосей, при необходимости подтянуть болты крепления. Коэффициент повторяемости 0,5	3,0
22.	Проверить состояние трубки сапуна заднего моста и надёжность её крепления	0,8
3.2.5. Работы по обслуживанию рулевого управления, трудоёмкость 25,6 чел.-мин.		
1	2	3
23.	Проверить люфт в шарнирах рулевых тяг, шплинтовку и крепление гаек пальцев рулевых тяг	8,3
24.	Проверить целостность резиновых чехлов шарниров рулевых тяг	3,4
25.	Проверить состояние, герметичность трубопроводов гидропривода рулевого управления	1,0

26.	Проверить крепление пластины рулевого механизма к кузову, при необходимости подтянуть болты крепления	2,5
27.	Проверить люфт в шлицевом и карданном соединениях карданного вала рулевого управления	1,0
28.	Проверить крепление насоса гидроусилителя рулевого управления к двигателю, при необходимости закрепить	1,0
29.	Проверить крепление кронштейна рулевой колонки и рулевого колеса на валу рулевого управления	1,0
30.	Проверить люфт в шарнирах поворотного и промежуточного рычагов рулевого привода передней оси	2,4
31.	Проверить люфт рулевого колеса и усилие на рулевом колесе	5,0
3.2.6. Работы по обслуживанию передней оси, трудоёмкость 10,0 чел.-мин.		
1	2	3
32.	Вывесить переднюю ось автобуса	3,0
33.	Проверить люфт в подшипниках ступиц передних колёс	2,0
34.	Проверить состояние, крепление шкворневых соединений, а также люфты шкворней	1,0
35.	Проверить состояние поворотных кулаков, а также люфты рычагов в гнёздах поворотных кулаков	2,0
36.	Опустить переднюю ось автобуса	2,0
3.2.7. Работы по обслуживанию тормозной системы, трудоёмкость 14,5 чел.-мин.		
1	2	3
37.	Проверить исправность и герметичность приборов и трубопроводов тормозной системы	4,3
38.	Проверить работоспособность осушителя воздуха пневмосистемы	1,2
39.	Проверить состояние, работоспособность и крепление крана ручного (стояночного) тормоза	2,0
40.	Проверить состояние и работоспособность привода тормозного крана и устройства для механического растормаживания тормозных камер с пружинными энергоаккумуляторами	5,0
41.	Проверить крепление передних и задних тормозных камер	2,0
3.2.8. Работы по обслуживанию ходовой части, трудоёмкость 26,8 чел.-мин.		
1	2	3
42.	Проверить герметичность пневмосистемы подвески	3,0
43.	Проверить состояние втулок и крепление реактивных штанг передней подвески и заднего моста, при необходимости устранить неисправности	4,0
44.	Проверить состояние и крепление пневматических баллонов, а также герметичность присоединённых к ним трубопроводов сжатого воздуха	3,0

45.	Проверить состояние и крепление регуляторов положения кузова, а также проверить состояние и герметичность подсоединяемых трубопроводов сжатого воздуха	2,0
46.	Проверить состояние резиновых втулок амортизаторов, а также герметичность и крепление самих амортизаторов	2,0
47.	Проверить состояние шин автобуса и глубину протектора	2,0
48.	Проверить и при необходимости довести до нормы давление воздуха в шинах	10,8
3.2.9. Работы по обслуживанию кузова, трудоёмкость 20,4 чел.-мин.		
1	2	3
49.	Проверить состояние каркаса, ферм и лонжеронов автобуса.	3,0
50.	Проверить состояние пола и крепление люков к полу автобуса.	3,0
51.	Проверить состояние и крепление рычагов валов привода, гайки направляющих роликов и упоров осей нижних фиксаторов створок дверей.	4,0
52.	Проверить состояние стоек поручней и разделительные поручни.	4,0
53.	Проверить крепление сидения водителя, герметичность и действие пневматической системы регулировки сидения водителя.	2,0
54.	Проверить состояние и действие стеклоочистителей и работу омывателей ветрового стекла.	1,0
55.	Проверить состояние аппарели.	3,4
3.2.10. Работы по обслуживанию электрооборудования, трудоёмкость 15,5 чел.-мин.		
1	2	3
56.	Открыть боковой люк автобуса и выдвинуть аккумуляторные батареи	0,5
57.	Очистить аккумуляторные батареи от пыли и грязи и проверить крепление клемм	6,0
58.	Проверить состояние и крепление генераторов и стартера	4,0
59.	Проверить состояние и крепление приборов освещения салона, звуковой сигнализации и световой сигнализации, при необходимости устранить неисправности	5,0
3.2.11. Работы по обслуживанию системы отопления, трудоёмкость 2,3 чел.-мин.		
1	2	3
60.	Выполнить контрольный запуск жидкостного подогревателя (в тёплый период года). Коэффициент повторяемости 0,5	4,6
3.3. Смазочные, заправочные и очистительные работы, трудоёмкость 65,7 чел.-мин.		
1	2	3
61.	Проверить и при необходимости довести до нормы уровень масла в картере двигателя	2,0
62.	Очистить воздушный фильтр и сменный фильтрующий элемент	7,8
63.	Смазать узел привода муфты вентилятора	2,8
64.	Смазать подшипники шкива натяжной опоры привода муфты вентилятора	2,6

65.	Проверить и при необходимости довести до нормы уровень масла в картере АКП	5,3
66.	Проверить уровень и состояние масла в картере заднего моста	3,5
67.	Проверить и при необходимости довести до нормы уровень масла в бачке насоса гидроусилителя руля	2,1
68.	Смазать шлицы и шарниры карданных валов рулевого привода (при наличии пресс-маслёнок)	6,4
69.	Проверить уровень электролита в аккумуляторных батареях	8,3
70.	Зачистить и смазать клеммы аккумуляторных батарей	3,4
71.	Смазать шарниры карданного вала (при наличии пресс-маслёнок)	7,5
72.	Проверить герметичность и уровень масла в картере компрессора (в тёплый период года). Коэффициент повторяемости 0,5	1,0
73.	Очистить фильтр забора наружного воздуха (в тёплый период года). Коэффициент повторяемости 0,5	11,0
74.	Очистить фильтр забора воздуха рециркуляции (в тёплый период года). Коэффициент повторяемости 0,5	2,6
75.	Открыть и приподнять крышку передней маски автобуса	0,5
76.	Заправить бачки устройства для обмыва ветрового стекла	1,5
77.	Опустить крышку передней маски автобуса по месту её расположения	0,5
78.	Закрыть салонный люк над АКП	4,0
79.	Закрыть боковой люк автобуса	0,1
80.	Закрыть задний люк автобуса	0,1
3.4. Работы по обслуживанию АСДУ-НППТ, трудоёмкость 8,0 чел.-мин.		
1	2	3
81.	Проверить работоспособность монитора водителя комплекта бортового телематического оборудования безопасности (КБТОБ), надёжность его крепления	1,5
82.	Проверить работоспособность камер наблюдения КБТОБ	0,5
83.	Проверить работоспособность видеорегистратора КБТОБ и корректность его настройки	0,5
84.	Проверить работоспособность бортового навигационного связанного терминала (БНСТ), ГРАНИТ НАВИГАТОР 2.07 или ОРБИТА 02, манипулятора навигатора, срабатывание тревожной кнопки	1,5
85.	Проверить работоспособность датчика уровня топлива (ДУТ)	1,0
86.	Проверить работоспособность бортовой навигационной связанной радиостанции ТАКТ 201 (БНСР) и манипулятора, радиостанции	1,0
87.	Проверить работоспособность звукового информатора «СЕЛЕНА», «ИСКРА», «ОРБИТА» и салонных громкоговорителей	1,0

88.	Проверить работоспособность информационных табло: салонное, лобовое, боковое, задние	1,0
3.5. Уборочно-моечные и проверочные работы после ТО-1, трудоёмкость 20,0 чел.-мин.		
1	2	3
89.	Вымыть салон автобуса после выполнения ТО-1	11,0
90.	Вымыть автобус снаружи после выполнения ТО-1	9,0
3.6. Проверка автобуса после обслуживания, трудоёмкость 24,0 чел.-мин.		
1	2	3
91.	Проверить работу антиблокировочной системы (АБС) тормозов после выполнения операций ТО-1	4,0
92.	Проверить работу агрегатов, узлов и приборов автобуса	20,0

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автобус ЛиАЗ-429260 с силовым агрегатом ЯМЗ-ZF (экологический класс 5). Технология технического обслуживания. – Ликино-Дулево, 2016. – 210 с.
2. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Министерство автомобильного транспорта РСФСР. – М: Транспорт, 1986 – 78 с.
3. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и дополн. / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. – М: Наука, 2001. – 535 с.

УДК 629.113

*В. П. Калёнов, (Россия, г. Владимир, дилерский центр «LADA»)*

*М. Ю. Баженов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### АНАЛИЗ ОТКАЗОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ

В настоящее время все выпускаемые мировыми производителями автомобили оборудуются электронными системами управления двигателем (ЭСУД), использование которых позволяет добиться высоких технико-экономических показателей их работы с соблюдением при этом жёстких экологических требований по выбросам вредных веществ в окружающую среду с отработавшими газами.

В процессе эксплуатации в конструктивных элементах ЭСУД, как и любой другой системе автомобиля, неизбежно возникают различные по-

вреждения и неисправности (нарушение регулировок, изменение электрических характеристик, коррозионное разрушение контактов, повреждение изоляции и т.д.). Это приводит к существенному ухудшению работы двигателя и при несвоевременном устранении возникающих в ЭСУД повреждений к частичной или полной потере им работоспособности.

Выявление возникающих в процессе эксплуатации неисправностей ЭСУД, причин их возникновения предусматривает, прежде всего, проведение исследований по эксплуатационной надёжности конструктивных элементов системы. В данной работе экспериментальные исследования по оценке эксплуатационной надёжности элементов ЭСУД проводились на базе дилерского центра «LADA» г. Владимира в процессе выполнения технического обслуживания (ТО), ремонта и диагностирования автомобилей. В качестве объекта исследования была взята ЭСУД М86, устанавливаемая на автомобили LADA VESTA (двигатель ВАЗ-21179). Результаты исследований представлены на диаграмме распределения отказов ЭСУД (рис. 1).

Все отказы и неисправности конструктивных элементов исследуемой ЭСУД в соответствии с их функциональным назначением целесообразно классифицировать следующим образом:

- отказы исполнительных устройств (топливные форсунки, бензонасос, электронная дроссельная заслонка, катушка зажигания, свечи зажигания и т. д.);

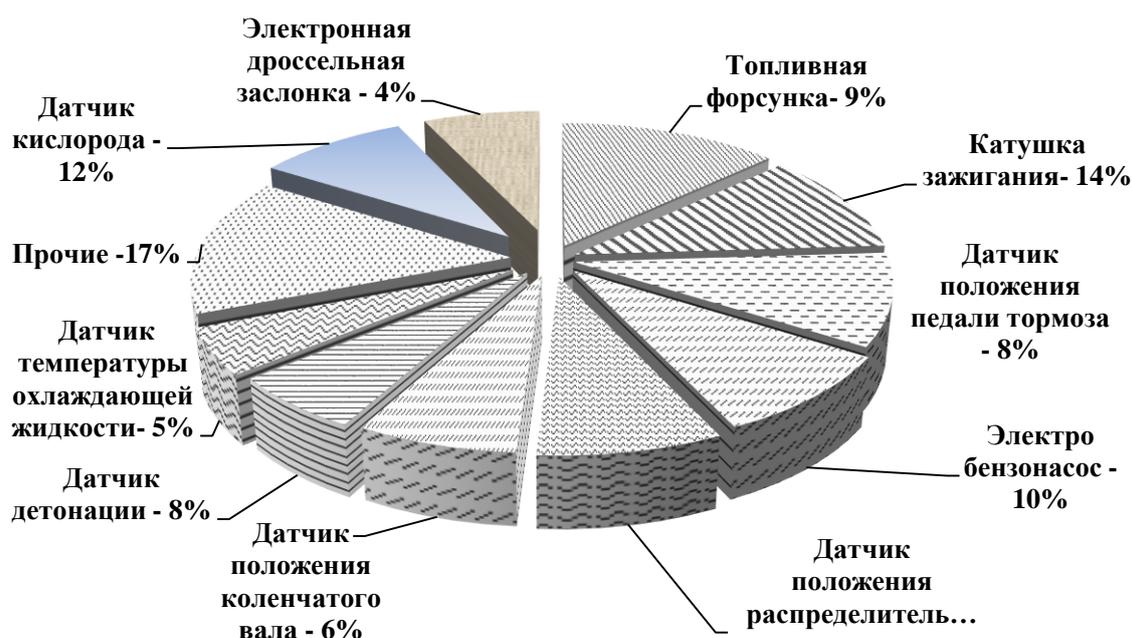


Рис. 1. Диаграмма распределения неисправностей ЭСУД М86

- отказы датчиков (датчик положения коленчатого вала, датчик детонации, датчик температуры охлаждающей жидкости и др.);
- отказы контроллера (сбой в работе программного обеспечения, постоянного запоминающего устройства ПЗУ, оперативного запоминающего устройства ОЗУ и т. д.);
- неисправности цепей соединения элементов системы (провода, предохранители, контакты массы, разъёмы жгутов проводов);
- отказы других электронных систем автомобиля, вызывающие неисправность ЭСУД (автомобильная противоугонная система, антиблокировочная система *ABS*, система курсовой устойчивости *ESP* и др.).

Результаты выполненных исследований по эксплуатационной надёжности ЭСУД М86 показали, что чаще всего из исполнительных устройств в процессе эксплуатации рассматриваемой системы отказывают топливные форсунки, катушки зажигания и топливные насосы.

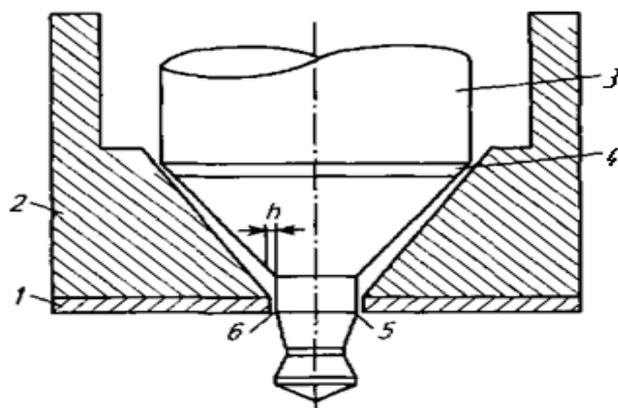
По статистике на отказы ЭСУД из-за потери работоспособности топливных форсунок приходится  $\approx 9\%$  от общего числа отказов системы (см. рис. 1). Основной причиной выхода из строя топливных форсунок является возникновение и накопление на её деталях различного рода отложений. Присутствие, например, тяжёлых фракций в составе топлива приводит к образованию на элементах форсунок лаковых отложений. Наиболее интенсивное накопление таких отложений происходит сразу после остановки двигателя, когда температура корпуса форсунки возрастает за счёт нагрева от горячих деталей двигателя, а охлаждающее действие топлива отсутствует. Лёгкие фракции топлива в рабочей зоне форсунки испаряются, а тяжёлые накапливаются в виде лаковых отложений, уменьшающих сечение калибровочного канала.

Неисправности топливных форсунок также могут быть вызваны закоксовыванием дозирующих элементов. На седлах и запорных элементах форсунок со временем появляются твёрдые смолистые отложения (рис. 2).

Закоксовывание топливной форсунки сопровождается отложением слоя нагара 5 на штифте иглы 3 и днища 1. В этом случае уплотнительный поясок 4 не обеспечивает необходимую герметичность, в результате чего уменьшается кольцевой зазор 6, что сопровождается уменьшением количества топлива, впрыскиваемого форсункой.

Работа двигателя с неисправными форсунками сопровождается затруднённым пуском, повышенным (на 17-19 %) расходом топлива, сниже-

нием (на 20-25 %) мощности, увеличением (на 12-15 %) выбросов вредных веществ с отработавшими газами (ОГ), нестабильной работой ДВС в режиме холостого хода, провалами при разгоне.



**Рис. 2. Схема образования отложений на форсунке:**  
1 – дно; 2 – корпус; 3 – дозирующая игла; 4 – пояс; 5 – зона образования нагара; 6 – кольцевой зазор

Как видно из диаграммы рис. 1, кроме топливных форсунок часто выходят из строя катушки зажигания (14 %). Их отказы приводят к перебоям в работе двигателя, снижению (на 22-25 %) мощности, увеличению (на 8-10 %) выбросов вредных веществ. Основными причинами выхода из строя катушек зажигания являются обрывы проводников в первичной или вторичной обмотке и межвитковое замыкание.

Отказы ЭСУД довольно часто связаны с выходом из строя датчиков, которые предназначены для информирования электронного блока управления двигателем (ЭБУД) о параметрах функционирования его систем и механизмов. Блок управления постоянно принимает и обрабатывает электрические сигналы от датчиков и корректирует состав рабочей смеси, частоту вращения коленчатого вала, моменты искрообразования в цилиндрах, высоту подъёма впускных клапанов и т.д.

Наиболее существенное влияние на работоспособность ЭСУД и двигателя в целом оказывает датчик положения коленчатого вала, отказ которого приводит к невозможности запуска двигателя, так как ЭБУД блокирует подачу топлива. В большинстве случаев датчик теряет свою работоспособность вследствие обрыва его обмотки или её межвиткового замыкания.

Отказы датчиков кислорода (12 %) существенно ухудшают технико-экономические характеристики двигателя – мощность, расход топлива, ко-

личество выбросов вредных веществ в окружающую среду. Наиболее распространенными причинами выхода из датчиков кислорода являются:

- выгорание токопроводящего слоя нагревательного элемента датчика;
- «отравление» чувствительного элемента датчика из-за использования топлива низкого качества.

Возникающие в процессе эксплуатации неисправности остальных датчиков ЭСУД приводят к увеличению расхода топлива и выбросов вредных веществ в окружающую среду, нарушению оптимального состава рабочей смеси, нестабильной работе двигателя в режиме холостого хода.

В настоящее время практически все современные ЭСУД имеют в своём составе топливные насосы электрического типа. Основными причинами их отказов являются обрыв или межвитковое замыкание обмотки электродвигателя, загрязнение сетчатого фильтра и потеря герметичности нагнетательного клапана. Неисправности топливных бензонасосов приводят к полной или частичной потере работоспособности двигателя или значительному снижению его мощности.

Для уменьшения количества отказов в ЭСУД при их эксплуатации необходимо поддерживать в хорошем состоянии все электронные компоненты, жгуты проводов и контакты. Контакты к датчикам должны быть без следов коррозии, проводка чистой для обеспечения передачи сигналов к ЭБУД без искажений.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баженов, Ю. В. Основы надёжности и работоспособности технических систем: учеб. пособие / Ю. В. Баженов, М. Ю. Баженов. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2017. – 267 с.
2. Баженов, Ю. В. Поддержание надёжности электронных систем управления двигателем в эксплуатации / Ю. В. Баженов, В. П. Калёнов // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2016. – № 2. – С. 2-5.
3. Калёнов, В. П. Разработка системы обеспечения работоспособности электронных систем управления двигателем автомобиля в эксплуатации: дис. ...канд. техн. наук: 05.22.10 / Калёнов Владимир Павлович. – М., 2019. – 164 с.
4. Рэндалл, М. Электрическое и электронное оборудование автомобилей. – М.: Алфамер Паблишинг, 2008. – 284 с.

## **ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА**

Автомобильный транспорт играет существенную роль в транспортном комплексе республики. Им регулярно обслуживается более 1,0 млн предприятий, организаций и других корпоративных клиентов народного хозяйства, а также население страны. Ежегодные перевозки автомобильным транспортом составляют более 80 % грузов, транспортом общего пользования – более 75 % пассажиров. Одновременно автомобильный транспорт является основным потребителем ресурсов, расходуемых транспортным комплексом: 66 % топлива нефтяного происхождения, 70 – трудовых ресурсов и около 50 – всех капиталовложений.

Транспорт в настоящее время является не только отраслью, удовлетворяющей существующие потребности в транспортировке грузов и пассажиров, но и межотраслевой системой, преобразующей условия хозяйствования. Взаимное влияние экономики и транспорта обуславливает прямо пропорциональную зависимость их основных показателей. Если в начале 2000-х годов доля транспорта во внутреннем валовом продукте Республики Казахстан оценивалась на уровне 8 %, то к концу десятилетия она возросла до 9,3 % [3].

Данная работа, построена на основе проводимой экономической политики республики, нацелена на повышение эффективности эксплуатации грузовых автомобилей на основе теории и методики транспортной логистики и рациональной эксплуатации в соответствии с уровнем современного транспортного комплекса Республики Казахстан. В работе представлены результаты анализов об особенностях эксплуатации грузовых автомобилей и определении уровня их исследования, а также оценка влияния эффективности эксплуатации грузовых автомобилей на развитие экономики Республики Казахстан.

В настоящее время страны и их отдельные регионы активно интегрируются в мировое хозяйство. Территории регионов постепенно переходят в статус полноценных участников рынка, а также становятся объектом региональной экономики и политики государства. Динамика

внутреннего развития регионов может иметь как положительный, так и отрицательный тренд.

Для решения этих задач используются такие инструменты как структурный анализ, экономико-математическое и картографическое моделирование (рис. 1).



Рис. 1. Схема разработки стратегии

Основная цель разработки стратегии развития регионов – определение стратегического видения развития до 2020 года путём определения потенциала конкурентоспособности региона на базе анализа стратегического потенциала и стратегического климата, выявления сильных и слабых конкурентных позиций с последующей выработкой стратегических альтернатив развития.

Говоря о стратегическом планировании, важно различать процедуру планирования, рассчитанную на разные сроки – краткосрочная, среднесрочная и долгосрочная перспективы (табл. 1).

Поэтапное проведение стратегического анализа предполагает использование значительного объёма эмпирического материала и различных источников информации (рис. 2).

Таблица 1 – Элементы системы стратегического планирования

<i>Долгосрочные перспективы</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ стратегическая доктрина</li> <li>➤ структурно-функциональная модель деятельности региона</li> <li>➤ система управления стратегическим развитием</li> </ul>
<i>Среднесрочные перспективы</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ среднесрочные программы социально-экономического развития</li> <li>➤ формирование пакета стратегических инвестиционных проектов</li> <li>➤ среднесрочный бюджет</li> </ul>
<i>Краткосрочные перспективы</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ оперативный план</li> <li>➤ ежегодный бюджет области</li> </ul>



**Рис. 2. Информационные источники эмпирического материала**

Условия современной информационной эпохи делают необходимым учёт интеллектуально-инновационного потенциала регионов, который представляет собой возможность кадрового обеспечения стратегических направлений социально-экономического развития региона, перспективное развитие новых видов продукции, сфер бизнеса на основе наукоёмкого предпринимательства, коммерциализации научно-технических идей.

В основу проведённых исследований были положены существующие прикладные отечественные и мировые теории регионального развития и формирования конкурентных стратегий развития территорий, а также методологические подходы к организации деятельности.

В качестве первичного материала были использованы официальные источники информации (статистические данные, отчёты региональных департаментов, акиматов городов и районов региона), а также итоги проведённого анкетирования предпринимателей региона, социологические опросы населения, аналитические материалы казахстанских и зарубежных

учёных. В настоящее время главным экономическим фактором развития регионов Республики Казахстан является уровень развития транспортной системы и её инфраструктуры. Потребителями транспортных услуг в регионах Республики Казахстан всё большее значение уделяется факторам обеспечения своевременной и надёжной поставки грузов и пассажиров (рис. 3).



**Рис. 3. Факторы, влияющие на развитие регионов Республики Казахстан**

В грузовых перевозках начинает доминировать фактор соблюдения поставщиком установленных сроков поставки, причём не все перевозчики способны обеспечить выполнение параметров поставки, влияющих на оптимальный режим функционирования. Это, в свою очередь, приводит к конкурентной борьбе за обеспечение качества транспортной услуги и получение конкурентных преимуществ. В таких условиях значимость процесса транспортировки в сокращении продолжительности логистического цикла и общих издержек возрастает.

К сожалению, использование грузовых автомобилей или коэффициент эксплуатации в регионах республики оставляет желать лучшего. Для проведения научных исследований был принят южный регион Республики Казахстан и более углубленные исследования, внедрения результатов работы проводились в автотранспортных предприятиях Кызылординской области.

В перспективе с учётом реализации стратегии индустриально-инновационного развития и перспектив территориального развития, а также за счёт повышения качества оказываемых транспортных услуг планируется снижение грузоёмкости экономики до 5 т-км/долл. от ВВП.

Транспортная составляющая в стоимости конечной продукции и услуг снизится до 7 %, повысится конкурентоспособность отечественного экспорта. Доля транспорта в ВВП (без личных автомобилей) составило 8 % (в 2009 году – 11 %). Текущий уровень финансирования транспорта, составляющий порядка 1,5 % от ВВП, намного ниже, чем в странах со схожими территориальными характеристиками [4].

Активно развивающиеся страны вкладывают в транспортный комплекс до 4-7 % от ВВП. Учитывая тенденции социально-экономического развития страны, прогнозируется, что на автомобильном транспорте к 2020 году, по данным экспертов, грузооборот возрастет с 33 до 75 млрд т-км. Поэтому повышение эффективности эксплуатации грузовых автомобилей особенно для регионов республики является актуальной задачей. Так как в современной рыночной экономике основным конкурентным преимуществом любого предприятия становится качество производимой продукции или оказываемых услуг, в том числе транспортных [5].

Ведущие специалисты в области качества установили, что качество выпускаемой продукции на 95 % зависит от качества организации процессов деятельности и только на 5 % – от остальных [1]. Система управления качеством перевозки задаёт требования к организации и выполнению промежуточных технологических процессов цепи поставок таким образом, чтобы конечный результат оказываемых услуг был качественным и своевременным с точки зрения потребителя.

Влияние транспортного процесса на цепь поставок проявляется в изменении показателей, на первый взгляд, не имеющего прямого отношения, в частности эффективность промежуточных технологических процессов в зависимости от человеческого фактора.

Оптимизация цепи поставок за счёт совершенствования и повышения производительности промежуточных технологических процессов, представляет собой стратегию бизнеса, обеспечивающую эффективное управление материальными, финансовыми и информационными потоками для обеспечения их синхронизации в распределенных организационных структурах области.

Управление цепями поставок является целостной концепцией ведения бизнеса, от управления цепями поставок зависит до 30 % эффективности бизнеса промышленных, логистических и торговых компаний. Значение цепи поставок как ключевого фактора повышения доходности и конкурентоспособности бизнеса непрерывно возрастает. Управление цепями поставок стремительно развивается, а инвестиции в цепи поставок будут увеличиваться и в будущем.

Реализованные проекты и результаты исследований по внедрению концепции управления цепями поставок показали возможность снижения общих затрат в цепи поставок до 50 %, времени приёма и подготовки грузов к погрузке до 50 %, повышение точности поставок до 55 %, улучшения эксплуатации грузовых автомобилей до 20 %, повышения прибыли за счёт оптимизации процесса до 25 %, повышения качества обслуживания потребителей до 35 %, увеличения оборота и доли рынка за счёт повышения скорости реакции и гибкости цепей поставок до 55 %. Учитывая, что доля затрат в цепи создания стоимости, приходящаяся на цепи поставок, составляет 75 %, а до 80 % стоимости конечного продукта зависит от решений, принятых на этапе построения цепи поставок, значение эффективного управления цепями поставок трудно переоценить.

Основные результаты проводимой экономической реформы в Республике Казахстан зависят от эффективности развития регионов страны. Особенности регионов нашего государства отличаются тем, что единственным видом транспорта, связывающим населенные пункты и районные центры являются автомобили, от эффективности эксплуатации которых зависит уровень и темп развития регионов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жанбирова, Ж. Г. Автотранспортная логистика в Казахстане / Ж. Г. Жанбирова, Ж. У. Ибраев // Вестник ЦАУ. – Алматы: ЦАУ, 2009. – № 1 (20). – С. 104-107.
2. Жанбирова, Ж. Г. Проблемы автомобилизации в Казахстане / Ж. Г. Жанбирова, Ж. У. Ибраев // Вестник ЦАУ. – Алматы: ЦАУ, 2009. – № 1 (20). – С. 101-104.
3. Жанбирова, Ж. Г. Проблемы и пути решения эксплуатации автомобилей в регионах Республики Казахстан / Ж. Г. Жанбирова, Ж. У. Ибраев // Вестник МАДИ. – М.: МАДИ, 2012.

4. Жанбирова, Ж. Г. Совершенствование эффективности эксплуатации грузовых автомобилей в регионах Республики Казахстан / Ж. Г. Жанбирова, Ж. У. Ибраев // Сборник материалов 70-ой НМиНИК МАДИ. – М.: МАДИ, 2012. – С. 101-105.

5. Кенжегалиев Б. А. Проблемы использования грузового автотранспорта в регионах Республики Казахстан / Б. А. Кенжегалиев, М. К. Уразгалиева // Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы: Материалы II международной-практической конференции, г. Новокузнецк, 21 декабря 2018 г. – С. 78-82.

УДК 629.1.07

*Д. А. Колов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ $CO_2$ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯМИ**

Следует обратить внимание, что структура производства электроэнергии может быть «грязной» (например, в Голландии 82 % электроэнергии производится на основе ископаемого сырья) и «чистой» (например, в Норвегии 52 % электроэнергии производится на основе безуглеродной энергетики).

Рассмотрим все стадии жизненного цикла автомобиля.

1. Производственная стадия (в том числе изготовление блока аккумуляторов для электромобиля), включая утилизацию по окончании срока службы;
2. Производство топлива для автомобиля (электричество и нефтяные топлива);
3. Эксплуатация электромобиля.

1 стадия. В производстве электромобиль грязнее (рисунок 1), поскольку для него «дополнительно» нужно произвести аккумуляторы. Бензобак автомобиля с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) – это полая структура из пластика или алюминия, батарея электромобиля – структура весом несколько сотен килограмм. При изготовлении батареи выделяется гораздо больше  $CO_2$  (рисунок 2).

2 стадия. Структура генерации электроэнергии может быть разной. Так мировая структура генерации в сравнении с генерацией РФ выглядит следующим образом рисунок 3.

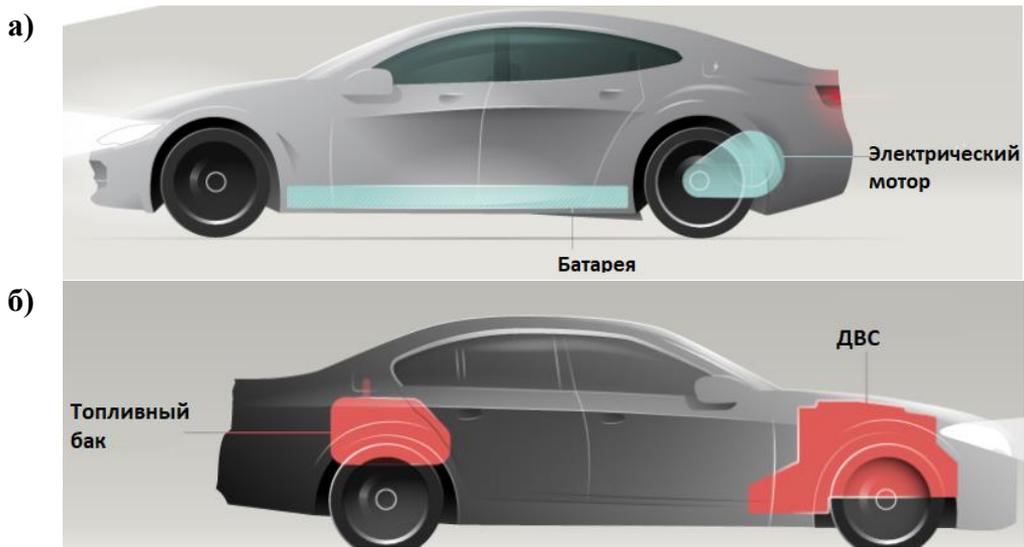


Рис. 1. Компоненты электромобиля (а) и автомобиля с ДВС (б)

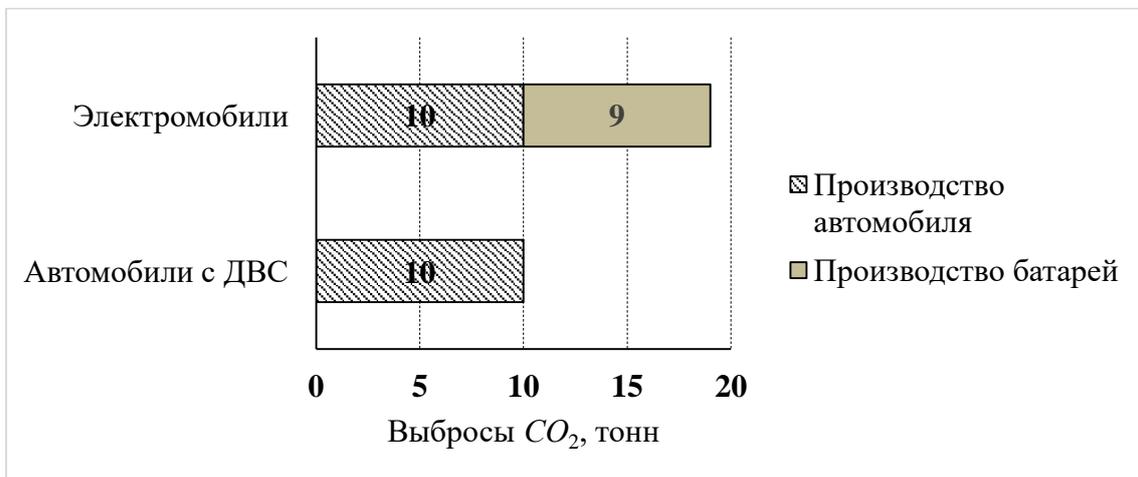


Рис. 2. Максимальные значения выброса CO<sub>2</sub> при производстве автомобиля

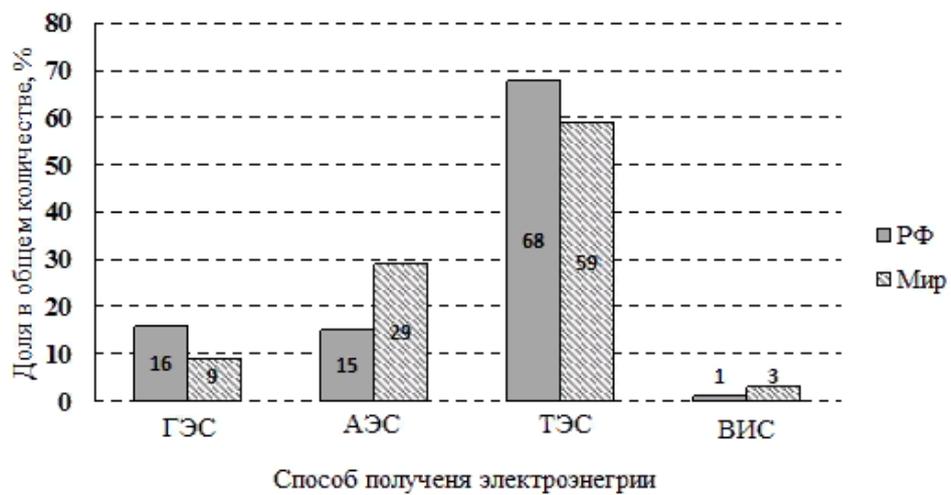
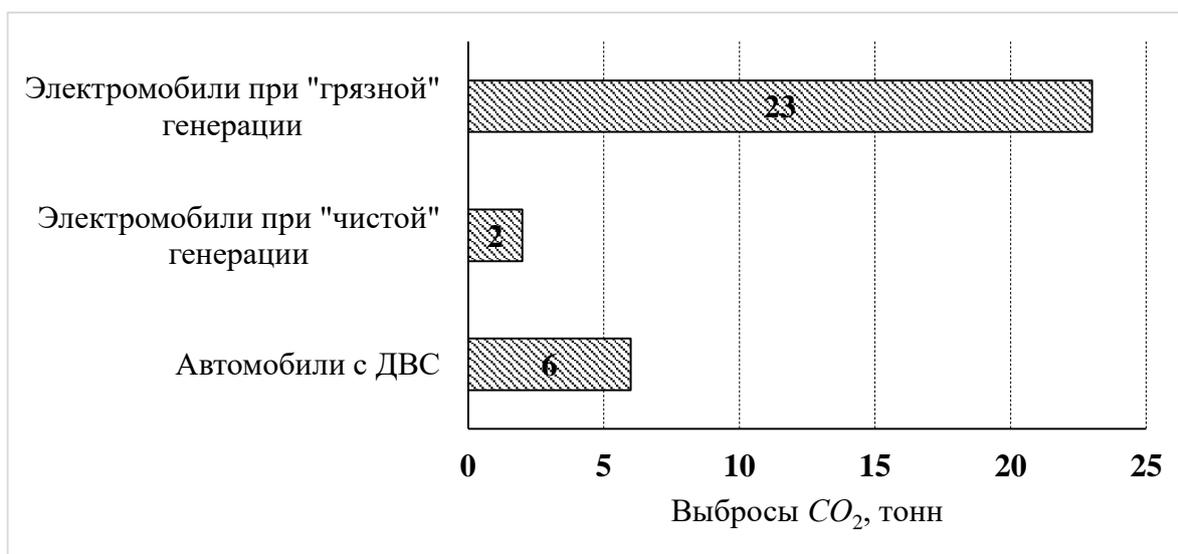


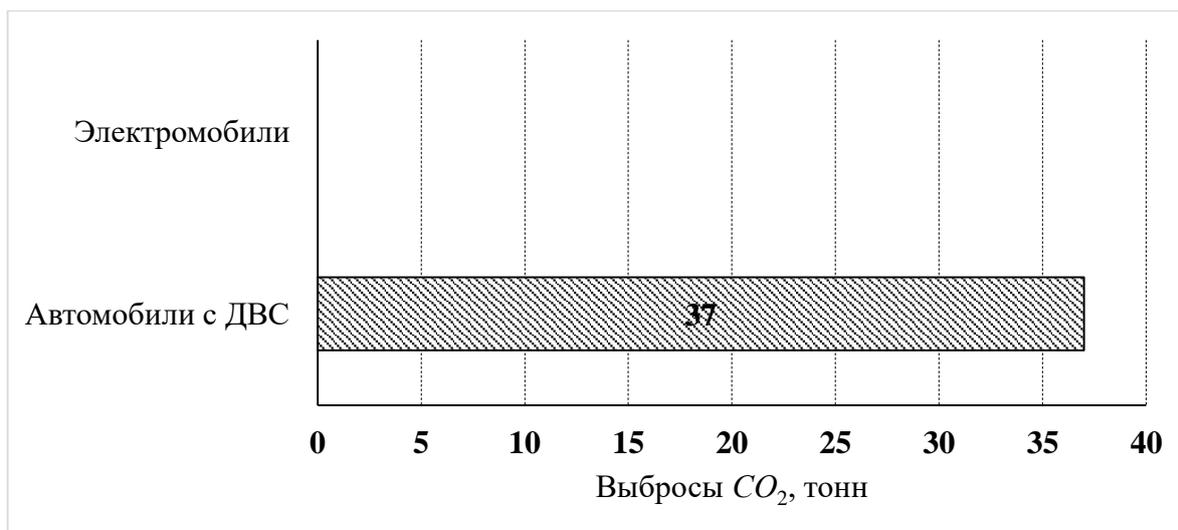
Рис. 3. Структура мировой генерации электроэнергии в сравнении с генерацией РФ

Как при производстве бензина, так и при выработке электроэнергии происходят выбросы парниковых газов (рисунок 4). Если структура генерации является «грязной», то удельные выбросы  $CO_2$  при производстве «топлива» для электромобиля намного выше, чем удельные выбросы нефтеперерабатывающих заводов. Если структура генерации является «чистой», автомобиль с ДВС на данной стадии очевидно проигрывает.



**Рис. 4. Максимальные значения выброса  $CO_2$  при производстве топлива для автомобиля (в течении всего срока службы автомобиля)**

3 стадия. Основная доля выбросов автомобиля с ДВС приходится на эксплуатацию. У электромобиля она равна нулю (рисунок 4).



**Рис. 4. Максимальные значения выброса  $CO_2$  при эксплуатации автомобиля (в течении всего срока службы автомобиля)**

Подведём итог выбросов  $CO_2$  в жизненном цикле автомобиля (рисунок 5).

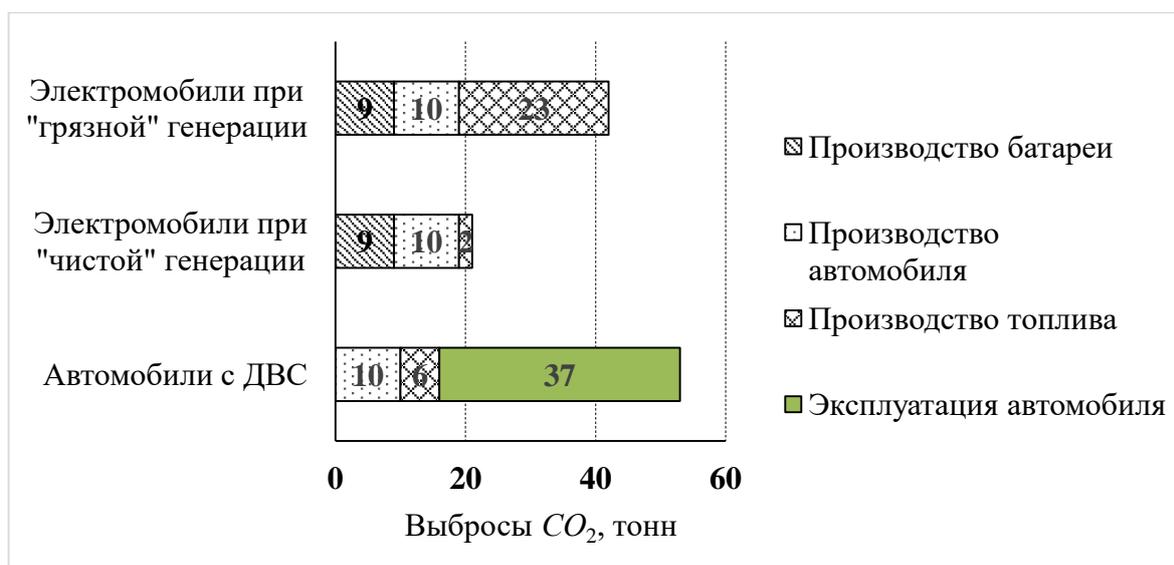


Рис. 5. Максимальные значения выброса  $CO_2$  при производстве топлива для автомобиля (в течении всего срока службы автомобиля)

Как видим, даже при «грязной» структуре производства электроэнергии выбросы  $CO_2$  в течение жизненного цикла электромобиля меньше, чем у машины с ДВС. Если электромобиль эксплуатируется на полностью возобновляемой энергии, разрыв становится ещё больше. А если производства аккумуляторов будет работать на возобновляемом электричестве, то и углеродный след электрического транспорта сойдёт на нет практически полностью.

Тенденции изменения структуры выбросов  $CO_2$  электромобилями имеет следующие направления:

1. Ограничение на законодательном уровне ряда стран использования автомобилей с ДВС. Вплоть до полного отказа в будущем.
2. Доведение глубины переработки аккумуляторных батарей до 95 % с использованием полученных компонентов в производстве новых батарей.
3. Перевод заводов по производству аккумуляторов на возобновляемые источники энергии.
4. Замена графита – одного из основных компонентов батарей вызывающего наибольшие выбросы  $CO_2$  при производстве, на легко добываемый кремний имеющей более высокую плотность энергии.
5. Увеличение доли «чистой» электрогенерации в общей структуре.

## НАДЁЖНОСТЬ ДВИГАТЕЛЕЙ *CUMMINS* В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Надёжность рассмотрим на примере двигателя *Cummins isf 2,8* устанавливаемого на автомобилях ГАЗ. При создании двигателя конструкторы допустили немало просчётов, результатом чего являются достаточно частые поломки двигателя с необходимостью дальнейшего капитального ремонта. С некоторыми недоработками эксплуатирующие организации разобрались и успешно модернизируют двигатель во время ремонта внося изменения в конструкцию мотора позволяющие улучшить рабочие характеристики двигателя и как следствие увеличивающие продолжительность исправного функционирования. Данный мотор производится в Китае и в сравнении качества, со своим американским прототипом, не может выдерживать никакой конкуренции. Данные для анализа принимались на автосервисе, занимающемся обслуживанием двигателей *Cummins* более 5 лет.

1. Эксплуатационная надёжность системы смазки лимитируется давлением, развиваемым масляным насосом. Недостаточное давление, развиваемое масляным насосом приводит к перегреву камеры сгорания поршня, из-за низкой производительности «холодильника» поршня. Следствием является разрушение верхнего компрессионного кольца (рисунок 1) и задир стенки цилиндра (рисунок 2).



Рис. 1. Сломанное верхнее компрессионное кольцо



Рис. 2. Задир зеркала цилиндра

Повышение эксплуатационной надёжности возможно через модернизацию штатного масляного насоса, направленную на повышение производимого им давления.

2. Эксплуатационная надёжность кривошипно-шатунного механизма лимитируется конструктивной недоработкой масляного поддона двигателя (рисунок 3). Растрескивание маслозаборника приводит к масляному голоданию двигателя и, как следствие, к быстротекущему катастрофическому износу шеек коленчатого вала. Способом повышения эксплуатационной надёжности является установка электронного датчика контроля давления масла (рисунок 4) в одно из технологических отверстий главной масляной магистрали.



**Рис. 3. Соединение  
маслозаборника с масляным насосом**



**Рис. 4. Электронный датчик контроля  
давления масла**



**Рис. 5. Спаренный радиатор охлаждения**



**Рис. 6. Разведение радиаторов  
охлаждения**

3. Эксплуатационная надёжность системы охлаждения (рисунок 5) лимитируется конструктивной недоработкой в виде расположенных на расстоянии 2 мм один от другого спаренного радиатора охлаждения системы охлаждения и интеркуллера (рисунок 6). Данная недоработка приводит к быстрому засорению радиатора и снижению его производительности. Эксплуатационная надёжность повышается увеличением расстояния между спаренными теплообменниками до 1 см.

4. Эксплуатационная надёжность блока цилиндров лимитирована конструктивной недоработкой системы ЕГР. При нарушении герметичности радиатора охлаждения выхлопных газов тосол начинает поступать во впускной коллектор двигателя и цилиндры (рисунок 7). Повышение эксплуатационной надёжности достигается отключением охладителя выхлопных газов от системы охлаждения двигателя.

5. Эксплуатационная надёжность газораспределительного механизма лимитируется конструктивной недоработкой сухаря клапана (рисунок 8). В процессе работы происходит «рассухаривание» клапана и как следствие падение клапана в цилиндр. Другая причина лимитирующая надёжность системы – отсутствие направляющих втулок клапанов. В следствие чего разбивается седло клапана и клапан начинает подклинивать. Возможность повышения эксплуатационной надёжности газораспределительного механизма достигается установкой направляющих втулок клапанов.



**Рис. 7. Цилиндр двигателя**



**Рис. 8. Механизм клапана**

6. Эксплуатационная надёжность турбонагнетателя *Holset* на двигателях *Cummins ISF 2.8* (рисунок 9) лимитируется слишком большой периодичностью замены воздушного фильтра двигателя. В следствии чего происходит загрязнение компрессора и появление дисбаланса на лопостях турбины (рисунок 10). Повышение эксплуатационной надёжности турбонагнетателя достигается корректировкой периодичности замены воздушного фильтра двигателя.



**Рис. 9.** Турбина в дизельном двигателе *Cummins*



**Рис. 10.** Повреждение турбокомпрессора твёрдыми предметами

Подводя итоги вышесказанному отметим следующее. В процессе эксплуатации двигателей, а также в период их хранения в них непрерывно протекают различные физические процессы, которые приводят к изменению параметров отдельных элементов и двигателя в целом. Основной причиной протекания таких процессов является то, что при работе двигателей в их узлах и элементах возникают различные виды энергии (механической, тепловой, химической, электрической), которые, воздействуя на них, приводят к различным эксплуатационным повреждениям (износам, деформации, поломкам, коррозии и др.). Это, в свою очередь, влечёт за собой изменение выходных параметров и, в конечном счёте, к потере работоспособности (отказу).

## ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК *DSG* В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Являясь преселективной коробкой передач, *DSG* разработана по принципу механической коробки переключения передач (КПП), но оснащена двойным сцеплением и электронным блоком управления (мехатроник). Инженеры приложили много усилий, для создания «робота», сочетающего в себе динамику механических коробок передач и удобство автомата.

Симптомы неисправности *DSG*:

1) металлический стук или скрежет. Большинство дилеров утверждает, что металлический треск при работе *DSG* является нормой, и не может служить поводом для гарантийного обслуживания. При отсутствии дополнительных проблем, сам скрежет сравнительно безобиден. Диагностика в данном случае необязательна, поскольку, скорее всего не обнаружит явных нарушений в работе коробки;

2) вибрация и рывки при наборе скорости. Проявляется через снижение динамики разгона, проседание тяги и потери мощности. Это главные признаки, свидетельствующие о серьёзных проблемах с трансмиссией. Рывки при начале движения означают повышенную нагрузку на сцепление, приводящую к его быстрому выходу из строя. Вибрация обычно длится 1-2 секунды, возникая при разгоне на второй передаче. Игнорирование таких симптомов усугубляет ситуацию, поэтому своевременный ремонт коробки передач будет проще и обойдётся значительно дешевле;

3) включение аварийного режима. Если при запуске мотора или во время движения, коробка передач уходит в аварийный режим, можно говорить о неисправности мехатроника. Чтобы кратковременно решить проблему, достаточно выключить/включить зажигание, но периодически этот сбой будет повторяться;

4) толчки на малых оборотах. В случае движения на передаче *D2* накатом (почти на холостых оборотах двигателя – 1300 об./мин.), разгон сопровождается несколькими толчками. При последующем сбросе газа происходит то же самое;

5) щелкающие или хрустящие звуки при разгоне. Обычно предшествуют вышеупомянутым рывкам, и наиболее заметны при движении в пробке;

6) «жесткий» переход с третьей передачи на четвертую. Присутствует даже при движении в умеренном темпе, редко наблюдается на других ступенях.

Причины неисправности *DSG*:

1) износ фрикционной многодисковой муфты. Последствия такого износа являются блокировка задней передачи и возникновение рывков при переключении чётных передач. Также КПП может выйти в аварийный режим, либо пропасть чётный или нечётный ряд передач. В электронном блоке управления фиксируются соответствующие ошибки. Для устранения проблемы, устанавливается новая многодисковая муфта в сборе, либо отдельно заменяются фрикционные диски (если пробег не превышает 150000 км). По завершению монтажа, проводится настройка параметров и требуется адаптация сцепления;

2) механическое истирание соленоидов мехатроника. Данный вид износа вызывает нарушение давления масла в каналах, из-за чего возникают рывки при переключении скоростей. В большинстве случаев ЭБУ не обнаруживает ошибок, а КПП работает в штатном режиме. Для устранения проблемы изношенные соленоиды заменяются новыми;

3) сбой в работе электронного модуля мехатроника. Может служить причиной перехода КПП в аварийный режим при попытке завести машину на холодную. Временным решением станет перезапуск двигателя. Однако случаются и более непредсказуемые переключения коробки передач в аварийный режим – прямо в процессе движения. Вся информация об ошибках заносится в память блока АКПП. Если электронный модуль не удаётся восстановить, выполняется замена всего мехатроника, с его последующей перепрошивкой;

4) истирание подшипника первичного вала. Сюда же стоит отнести неисправности других подшипников механического сектора, а также дифференциала *DSG*. Диагностировать износ подшипников можно по повышению уровня шума из АКПП. Данный звук носит воющий характер, и усиливается при наращивании оборотов двигателя, на поворотах, при интенсивном разгоне или резком торможении. Эксплуатация автомобиля с

изношенными подшипниками приведёт к забиванию мехатроника металлической стружкой и критическому износу сцепления. Устранить такие последствия позволит только полный капремонт или установка новой КПП. Большинство производителей не занимается поставками валов, дифференциалов и подшипников по отдельности, поэтому для ремонта механической части обычно используются подходящие б/у детали;

5) изнашивание двухмассового маховика. Износ системы двойного сцепления. Сопровождается посторонними шумами и лязганьем, заметным на холостом ходу, в том числе при запуске мотора. Ощущается потеря мощности. Проскальзывание синхронизаторов при наборе скорости. Если реставрация невозможна или не имеет смысла – устанавливается новый двухмассовый маховик и комплект сцепления.

Аспекты эксплуатации автомобилей с коробкой передач *DSG*.

1) при переходе между основными режимами, всегда следует зажимать тормоз до упора. Конструкция *DSG* такова, что при неполном нажатии на тормоз, диски сцепления могут не размыкаться до конца, а это означает их ускоренный износ;

2) в случае с «сухим» сцеплением на семиступенчатой коробке, при продолжительных остановках, лучше переводите селектор в нейтральное положение. В тоже время, не стоит переключаться на нейтраль слишком часто – если длительность остановки составляет не более одной минуты;

3) *S*-режим является оптимальным способом движения по плотным заторам. Это позволит избежать постоянного переключения скоростей, что и служит основной причиной преждевременного «сжигания» сцепления. Коробка *DSG* не переносит дергания, в виде интенсивного разгона и резкого торможения;

4) при переключении режимов движения, следует действовать плавно, допуская секундную задержку. Даже современная электроника нуждается в запасе времени на отклик, поэтому стоит отказаться от пробуксовок и агрессивного стиля вождения;

5) процедура замены масла должна проводиться каждые 50000 – 60000 км пробега;

6) базовым правилом является прогрев перед началом движения;

7) в случае буксировки автомобиля, коробка передач обязательно должна находиться в режиме нейтрали.

## ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИБРИДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Сегодня транспортные средства должны соответствовать экологическим требованиям. Из-за сокращения выбросов и повышения эффективности использования топлива гибридные транспортные средства (ГТС) представляют большой интерес. Условия эксплуатации ГТС в Российской Федерации не самые выгодные. Транспортные средства должны работать в течение шести месяцев при низких температурах в большинстве районах страны. Снижение температуры окружающей среды от +25 до –7 приводит к уменьшению расстояния на 9 % и увеличению энергии расхода на 10 %. Дорожное покрытие также сильно влияет на потребление энергии, а также и расстояние, пройденное транспортным средством.

Современный уровень автомобильной промышленности стран – лидеров в автомобильной промышленности, позволяет производить автомобили высокой эксплуатационной надёжности. Тем не менее, риск поломки гибридного автомобиля с увеличением пробега и срока службы, увеличивается в несколько раз, что в свою очередь может привести к увеличению аварийности, снижению экологической безопасности и другим негативным последствиям.

Были собраны данные о процентном распределении ГТС по маркам, приведены на рисунке 1. Оказалось, что 31 % относятся к *Toyota Prius*. В целом, 57,5 % ГТС относятся к автомобилям трёх марок: *Toyota Prius*, *Honda Insight*, *Honda Fit*. Бренды *Toyota Prius*, *Lexus*, *Honda Civic* занимают лидирующие позиции на вторичном автомобильном рынке и являются одними из самых распространённых среди владельцев.

Выявлены основные неисправности гибридных автомобилей. Для этого все неисправности были разделены на 6 групп (рисунок 2). После расчёта процента неисправностей оказалось, что наибольшее число относится к электрооборудованию и электроника 35 %. Доля отказов гибридной системы составляет 28 %.

На рисунке 3 приведена схема основных неисправностей электрооборудования и электроники ГТС. Из диаграммы видно, что основной причиной является преждевременная потеря ёмкости аккумулятора высо-

кого напряжения. Этот сбой составляет 67 % от общего числа отказов, связанных с электрическими неисправностями оборудования.

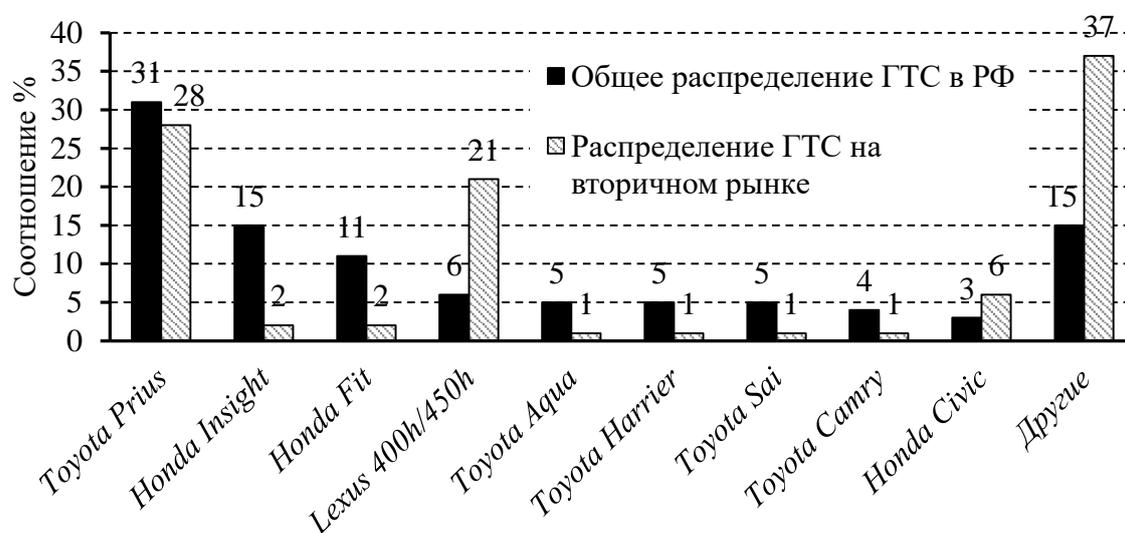


Рис. 1. Распределение ГТС по маркам в РФ

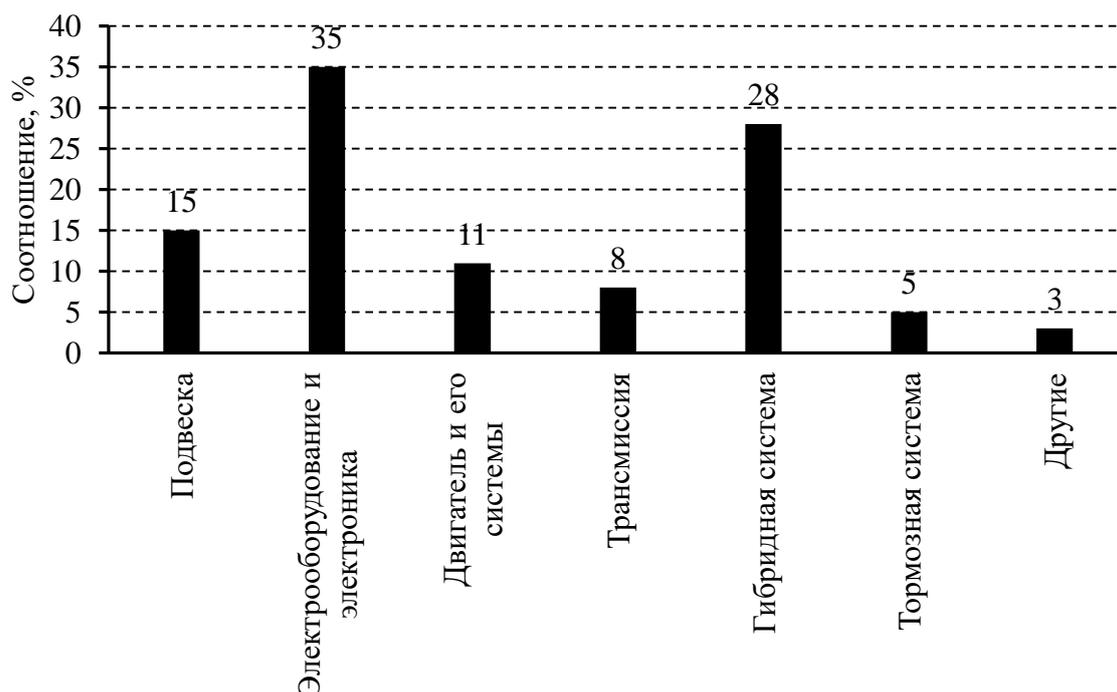
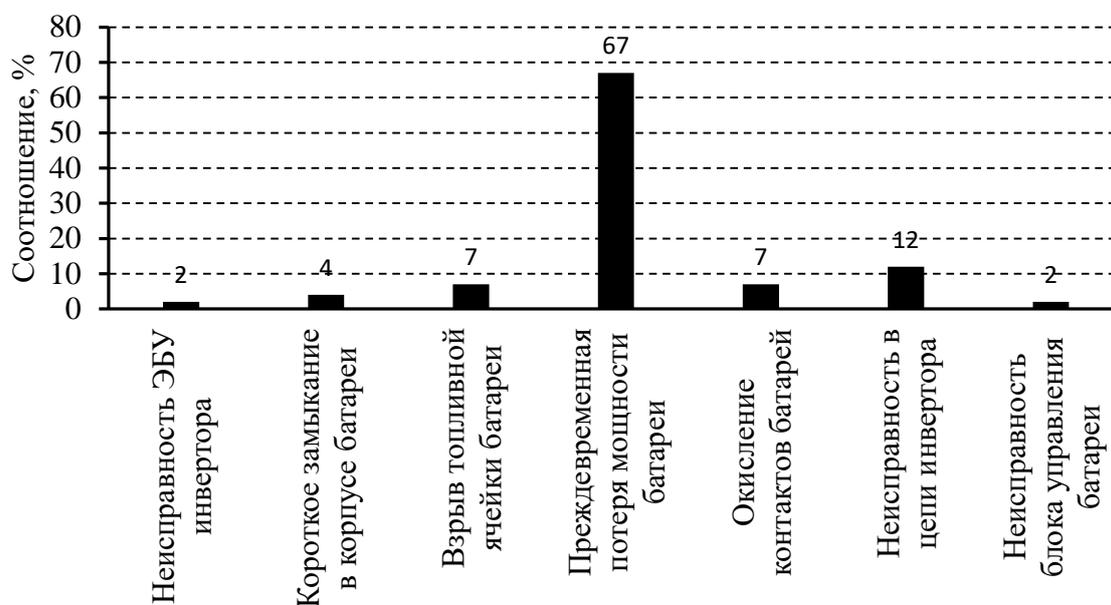


Рис. 2. Распределение неисправностей ГТС по системам

При сборке аккумулятора на заводе, его элементы собраны, как можно ближе друг к другу. Но со временем их дисбаланс в ёмкости, растущее внутреннее сопротивление и другие параметры снижают эффективность батареи в целом. Медные контактные пластины высоковольтной батареи окисляются. Автомобиль реагирует на снижение качества высоковольтной

батареи следующим образом: увеличивается расход топлива, происходит неверная индикация уровня зарядка и разрядка аккумулятора и падение мощности в целом. Если продолжить ездить на таком аккумуляторе, риск взрыва дефектной ячейки увеличивается, что может привести к возгоранию автомобиля.



**Рис. 3. Распределение неисправностей электрооборудования и электроники ГТС**

Как уже упоминалось выше, второй тип неисправностей в гибридных автомобилях связан с гибридной системой. Процентное соотношение неисправностей гибридной системы показано на рисунке 4. Основной причиной неисправностей гибридной системы является неисправность насоса системы охлаждения инвертора. Эта неисправность проявляется в 75 % случаев.

В ГТС есть две системы охлаждения. Во-первых, как и в обычных транспортных средствах, имеется следующий контур: двигатель внутреннего сгорания / отопитель салона / радиатор. Вторая система охлаждает гибридную часть, а именно силовую установку с электродвигателями и инвертором. Циркуляция жидкости в гибриде осуществляется за счёт электрического насоса. Обе схемы работают автономно и имеют собственное охлаждение, объём охлаждающей жидкости и, соответственно, два расширительных бачка с контролем уровня. Потеря циркуляции в гибридной цепи вызывает перегрев инвертора с последующим выходом из строя. Ин-

вертор преобразует постоянный ток от тягового аккумулятора в переменный ток для питания тягового электродвигателя.

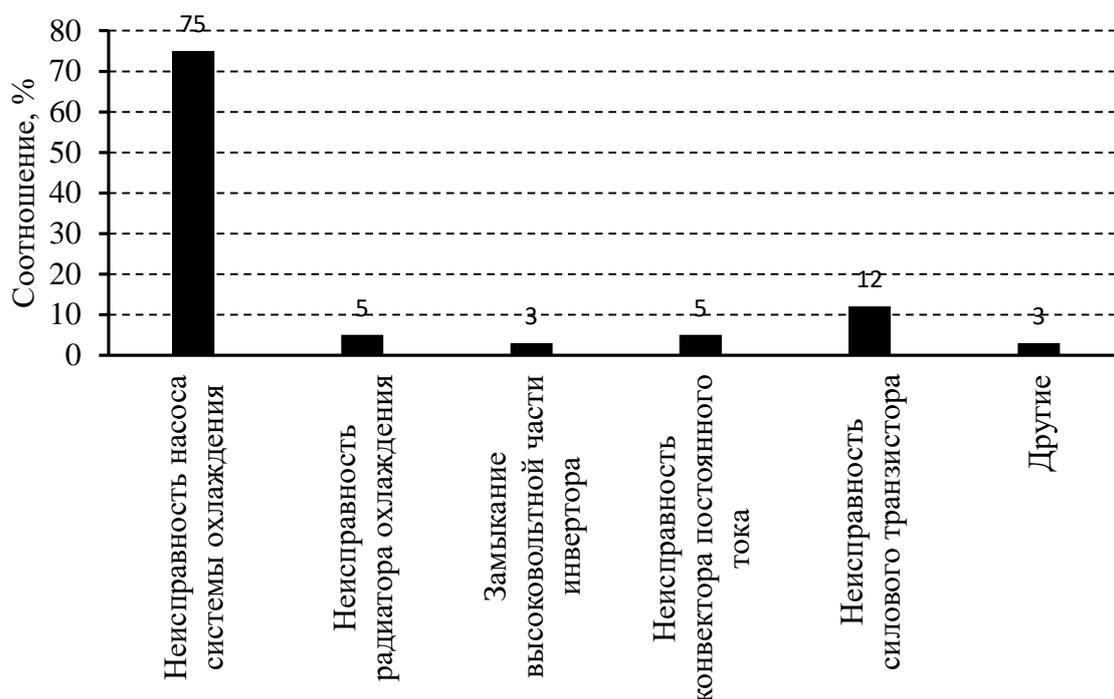


Рис. 4. Распределение неисправностей гибридной системы ГТС

В результате исследования были сделаны следующие выводы:

- 1) надёжность ГТС зависит от его срока службы и пробега;
- 2) основные причины неисправностей ГТС: потеря ёмкости высоковольтного аккумулятора; выход из строя насоса системы охлаждения инвертора.
- 3) для снижения риска неисправностей ГТС предлагаются следующие рекомендации: проведение регулярных испытаний батареи, чтобы продлить срок службы и избежать её преждевременной замены; исключение перегрева аккумулятора; калибровка компонентов аккумулятора два раза в год или через сто пятьдесят тысяч километров пробега; водитель должен помнить, что необходимо контролировать уровень охлаждающей жидкости и производить её своевременную замену; необходимо обслуживать инвертор охлаждающего насоса каждые сто пятьдесят тысяч километров пробега; насос системы охлаждения требует сезонного обслуживания.

## УГОЛ РАЗВАЛА КОЛЁС КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТР ПОДВЕСКИ

Одним из важных факторов, влияющих на безопасность на дорогах является техническое состояние транспортных средств. Примерно 15 % дорожно-транспортных происшествий (ДТП) происходит по причине эксплуатации автомобилей в технически неисправном состоянии. Состояние подвески автомобиля влияет на его управляемость и соответственно на безопасность участников дорожного движения.

На сегодняшний день существуют только два диагностических параметра, по которым можно оценить состояние подвески. Ими являются – коэффициент снижения нормальной нагрузки на колёса  $K$  во время резонанса (по методу *EUSAMA*) и амплитудный показатель  $A$  (по методу *BOGEМАНА*), который определяется в режиме затухающих колебаний.

В первом случае измеряют статическую нагрузку в неподвижном состоянии и минимальную нагрузку – в момент резонанса. Затем, используя полученные значения рассчитывается коэффициент  $K$ . Как заявляют производители стендов для диагностирования подвески, они измеряют коэффициент сцепления колеса с опорной поверхностью, который представляет собой отношение продольной реакции  $R_x$  или боковой реакции  $R_y$  к нормальной реакции  $R_z$  [1], изображённые на рисунке 1.

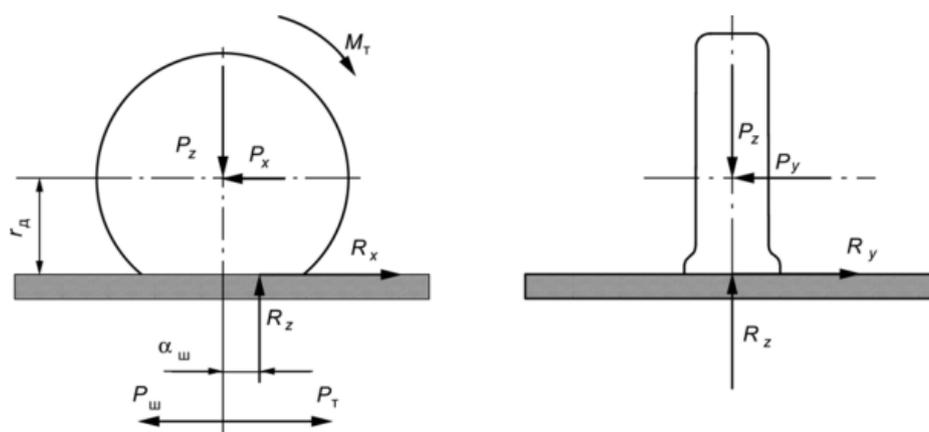


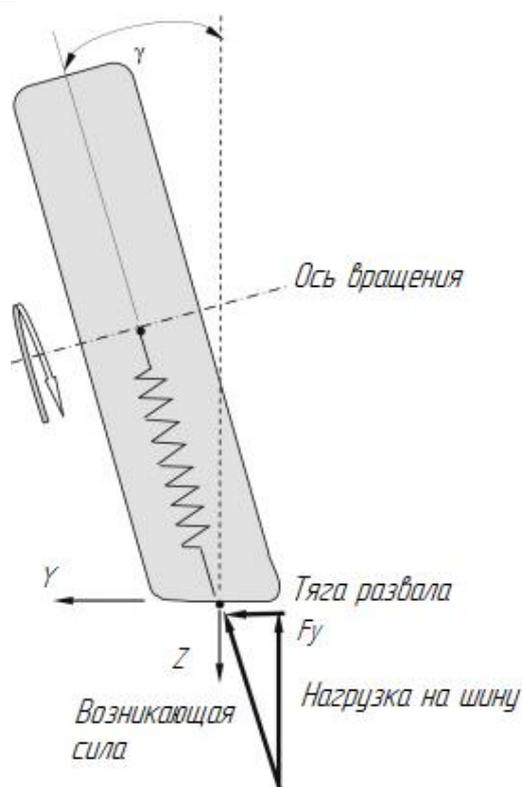
Рис. 1. Силы, действующие на колёса автомобиля

Данные методы диагностирования не позволяют выполнить оценку качества сцепления шин автомобиля с опорной поверхностью, поскольку

не позволяют контролировать во время диагностирования такие важные факторы как, продольная реакция  $R_x$  и боковая реакция  $R_y$ .

Данные методы являются недостаточно информативными для определения качества сцепления шин автомобиля с дорогой, поскольку абсолютно не учитывают сцепных свойств шин с опорной поверхностью. Следовательно, не позволяют оценить влияние технического состояния подвески на управляемость, устойчивость и активную безопасность автотранспортных средств (АТС) в условиях эксплуатации.

Также данные методы не учитывают угол развала колёс, который влияет на износ элементов подвески. При эксплуатации автомобиля с углом развала, не соответствующим стандартам завода-изготовителя, на колёса действуют боковые силы, возникающие из-за отклонения плоскости колёс от вертикального положения. Данные силы, называются «тягами развала» и всегда будут действовать в направлении наклона колеса [2], что показано на рисунке 2.



**Рис. 2. Силы, действующие на колесо**

Таким образом можно сделать вывод, что по развалу колес  $\gamma$  можно оценить процент износа подвески, так как сила «тяги развала» влияет на изнашивание элементов подвески и тем самым изменяет сам развал.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нгуен, В. Н. / Повышение эффективности диагностирования технического состояния подвески автотранспортных средств на вибростендах. 194 с / Иркутск 2012.
2. *Science Direct*. [Электронный ресурс]: *Mike Blundell, Damian Harty, in The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics (Second Edition)*, 2015. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/camber-thrust> (дата обращения 15.09.2019).

УДК 658.5

*М. В. Латышев, А. Г. Кириллов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **БИЗНЕС-АРХИТЕКТУРА АВТОТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ**

Оптимизация бизнес-процессов словосочетание, которое всё чаще можно услышать из уст собственников и менеджеров автотранспортных компаний (АТК). Сегодня увеличение прибыли или хотя бы достаточное её получение обеспечивается не повышением стоимости продукции или услуг, а разумными затратами на создание результатов деятельности (операционными затратами). При этом требуемый уровень качества должен быть обеспечен с учётом запросов потребителей и нормативных актов. Какая АТК может обеспечить заданный уровень качества с наименьшими расходами на собственную деятельность, та и выиграет конкуренцию на рынках.

Чтобы избежать «лишних» необязательных затрат на разработку, маркетинг, производство, реализацию и т.д. необходимо знать состояние своей АТК. Другими словами, иметь полную модель деятельности. Решение этой проблемы – создание и управление архитектурой предприятия (АП).

Согласно определению *Recommended Practice for Architecture Description of Software-Intensive Systems, ANSI/IEEE 1471-2000* архитектура (чего-либо) – фундаментальная организация системы, состоящая из совокупности компонентов, их связей между собой и внешней средой и принципов, которыми руководствуются при их создании и развитии.

Если говорить об АП (*Enterprise Architecture*), этот же документ определяет её как «фундаментальную организацию системы, реализованную в её компонентах, их взаимоотношениях друг с другом и средой и

принципах, определяющих её конструкцию и развитие». АП, прежде всего, управление знаниями, т.е. процесс сбора и представления информации о том, как организация должна использовать собственные и привлекаемые ресурсы в своей деятельности для достижения поставленных перед ней целей. АП является абстрактной моделью организации (рис. 1). На её основе решаются важные практические задачи бизнеса, например, совершенствование бизнес-процессов и формирование ИТ-стратегии, а также формирование портфеля проектов развития, синхронизацию потребностей бизнеса и возможностей информационных технологий (ИТ).



**Рис. 1. Трехуровневое представление архитектуры предприятия**

Стратегия – путь, выбранный организацией для перехода от текущего состояния к целевому на стратегическом, как правило, 3-5 лет, горизонте. Она лежит в основе будущего понимания последующих слоёв: бизнес-архитектуры и ИТ-архитектуры. О том, как сформулировать и наполнить содержанием стратегию компании, написано много. В этой статье не будем останавливаться на этой теме. На наш взгляд, наиболее интересно ознакомиться со стратегическим управлением можно по материалам на тему *BSC (Balanced Scorecard)* – Системе сбалансированных показателей [1].

Бизнес-архитектура компании определяет виды деятельности, необходимые для достижения стратегических целей и все виды ресурсов, требуемые для получения результатов деятельности. Если удаётся системно, структурированно и достоверно описать бизнес-архитектуру, многие «узкие» места АТК станут очевидными.

ИТ-архитектура – часть АП, определяющая совокупность информационных подсистем, центров управления, аппаратно-программных средств и технологий обеспечения сбора, хранения, обработки и передачи информации. ИТ-архитектура, ввиду сложности и многогранности функционирования, может быть представлена в виде архитектуры данных, архитектуры приложений, технологической архитектуры.

Описание ИТ-архитектуры служит детальным руководством, которое определяет элементы ИТ-систем, их взаимосвязи, а также процессы управления информационными системами. Формализация ИТ-архитектуры направлена на получение инструментария позволяющего в наглядном виде описать состояние ИТ в компании. В первую очередь, описать ИТ-ландшафт в привязке к бизнес-процессам и ИТ-сервисам. Подробному рассмотрению ИТ-архитектуры АТК будет посвящена отдельная статья. Здесь остановимся на методах и средствах моделирования бизнес-архитектуры без применения которых, эффективное внедрение и эксплуатация ИТ не будут возможны.

Всю деятельность компаний можно разделить на два вида – проекты и процессы. Проект – комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленный на создание уникального продукта или услуги в условиях временных и ресурсных ограничений [2]. Официальное определение процесса звучит как «совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, которая использует входы для производства запланированных результатов» [3]. Корпорации и организации часто используют собственные понятия. Один из мировых лидеров в области информационных технологий компания SAP AG определяет процесс как «связанные между собой действия, которые совместно реализуют некую бизнес-задачу, как правило, в рамках организационной структуры, описывающей функциональные роли и отношения».

При создании бизнес-архитектуры описанию подлежат, в первую очередь, бизнес-процессы. Их объём в АТК, в силу специфики работ по перевозкам грузов и пассажиров, обслуживанию техники, логистике, достигает до 80 % от общей деятельности. Чтобы увидеть и структурировать процессы в организации надо получить ответы на следующие вопросы:

1. Каковы результаты выполнения процесса в целом? Кто потребители этих результатов? Какие промежуточные результаты должны быть получены в ходе процесса?

2. Какая последовательность действий необходима для получения результатов?

3. Кто участвует в выполнении действий (выполняет, вносит вклад, согласует, должен быть информирован, утверждает и т.д.)?

4. Что необходимо (ресурсы) для выполнения процесса?

Процессный подход к деятельности предусматривает выделение бизнес-процессов в качестве объектов управления, как альтернативу традиционному управлению функциями, выполняемыми теми или иными подразделениями. Должна произойти смена ориентации вектора управления компании от «вертикальной» («на начальника») к «горизонтальной» («на заказчика»). Заказчик может быть как внешним, так и внутренним по отношению к компании. Независимо от этого, именно он оценивает результаты выполнения процессов, а не начальник, стоящий выше по иерархии.

Важнейший элемент успеха процессного подхода – переход от «точечного» текстового описания деятельности работников, как правило, в положениях о подразделениях и должностных инструкциях, к полному формализованному системному графическому описанию деятельности. Рассматривать бизнес-процессы как объект управления следует по следующим направлениям:

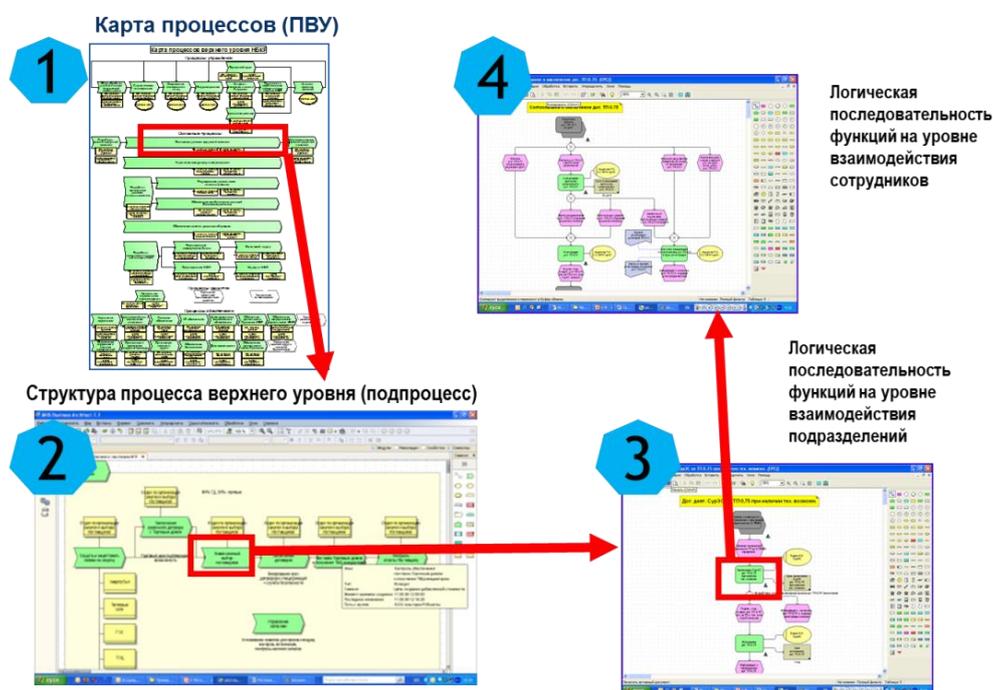
- детальности описания, т.е. по глубине анализа и масштабу представления в модели информации о процессе;
- области деятельности (функциональной составляющей бизнеса, например, материально-техническое обеспечение).

Описание бизнес-процессов, сделанное с достаточной степенью полноты и детальности, весьма трудоёмко. Поэтому следует начинать с критически важных для компании направлений, например, управление закупками и поставками МТР, как наиболее затратного бизнес-процесса.

Детальность описания характеризуется количеством уровней рассмотрения процесса по принципу «сверху вниз». На практике для крупных компаний холдингового типа требуется не менее четырёх уровней моделирования бизнес-процессов (рис. 2). Для самостоятельных компаний малого и среднего бизнеса, даже при наличии филиалов, можно обойтись тремя уровнями моделирования.

Первый уровень моделирования – исходная модель, с которой начинается описание. Встречаются разные её наименования, например, модель процессов верхнего уровня (ПВУ), карта процессов или модель процесс-

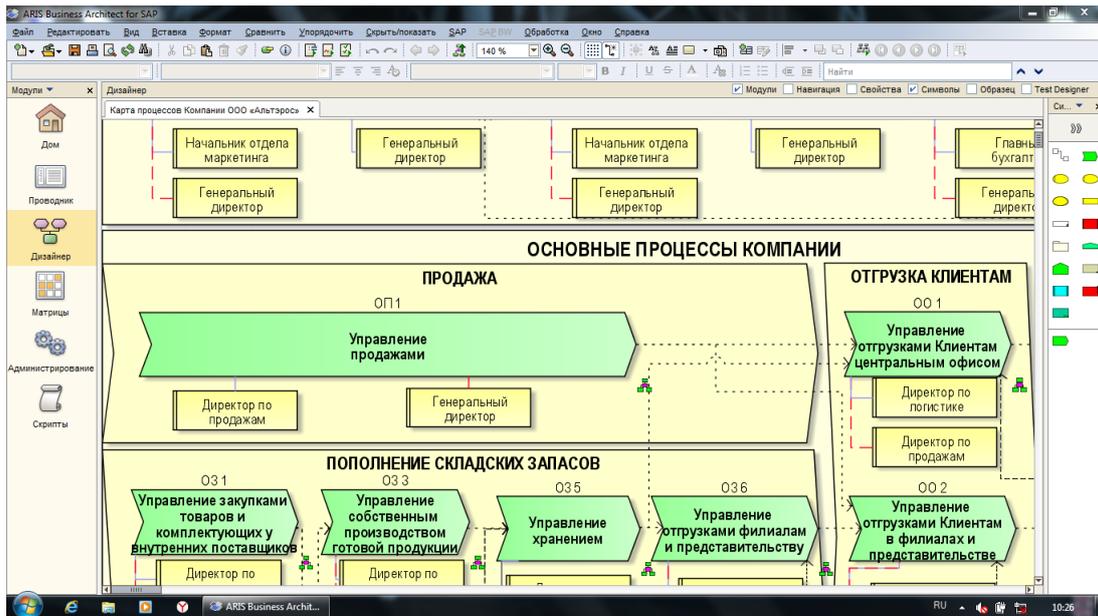
ных областей. На данной модели отображаются все направления деятельности компании, которые реализуются путём выполнения процессов.



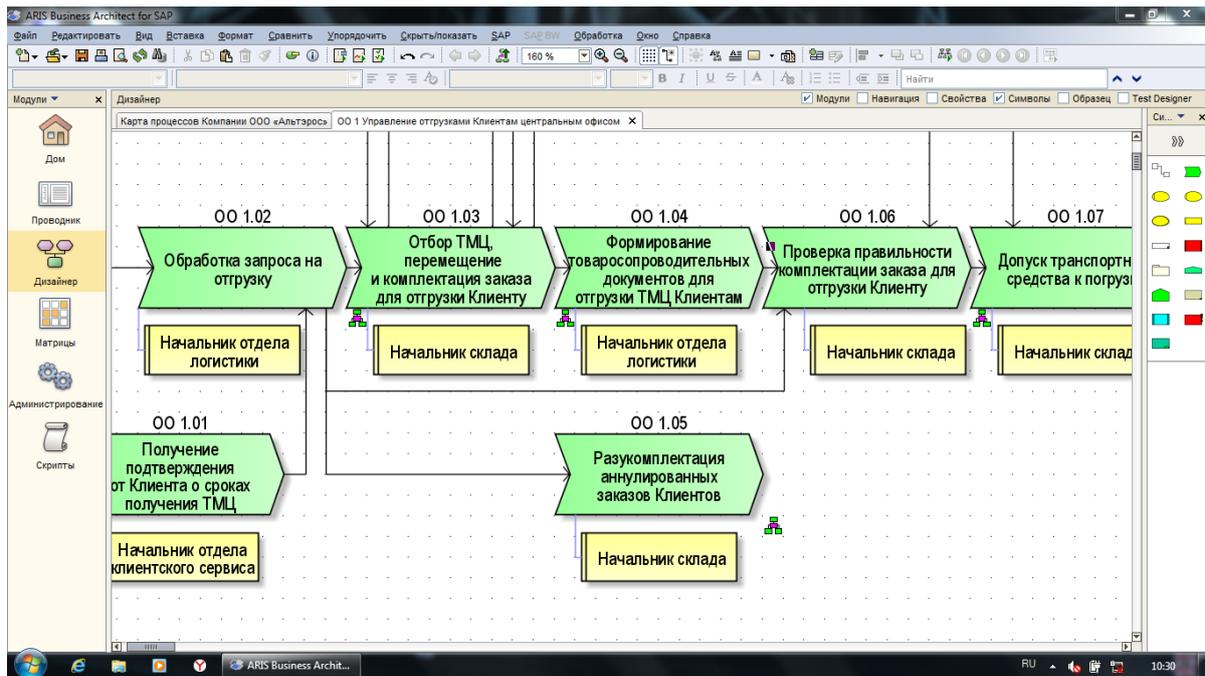
**Рис. 2. Уровни детализации при описании бизнес-процессов**

Для получения полной картины на исходной модели группируют все виды процессов, присущие АТК – основные производственные, управленческие, обеспечивающие. При необходимости выделяют отдельную группу – процессы развития. Если указать на данной модели ответственных менеджеров, то модель ПВУ выступает инструментом закрепления ответственности среди высшего руководства (рис. 3).

На втором уровне детализации объекты модели ПВУ (группы процессов) детализируются на модели второго уровня, которые назовём модели подпроцессов. На данном уровне описания отражается укрупнённое содержание, указанных на модели ПВУ направлений деятельности, например, бюджетирование или управление персоналом. Для установления масштаба детализации рекомендуем ориентироваться на действующую организационную структуру компании. Если процесс в целом зона ответственности руководителей 2-го уровня (заместители генерального директора, начальники департаментов, директора филиалов и т.д.), то элементы модели подпроцесса должны находиться под управлением их непосредственных подчинённых, как правило, начальников управлений, служб, отделов, секторов (рис. 4).



**Рис. 3. Фрагмент модели, отображающий основные процессы дистрибьютерской компании**



**Рис. 4. Фрагмент модели «Управление отгрузками Клиентам центральным офисом»**

Третий и четвёртый уровни описания процесса создаются для получения подробной информации, необходимой для успешного выполнения процесса на уровне конкретных исполнителей (рис. 5). Для каждой функции (выполняемой операции) в процессе, как правило, указывают ответственного работника (как правило, его бизнес-роль в выполнении процес-

са), входящую и исходящую (результат) информацию, в качестве которой могут выступать бумажные документы, отчёты из информационных систем (ИС), передаваемые файлы, электронные письма, телефонные звонки и т.д., используемые ИС; нормативы/показатели по времени и качеству исполнения, операционные риски и др.

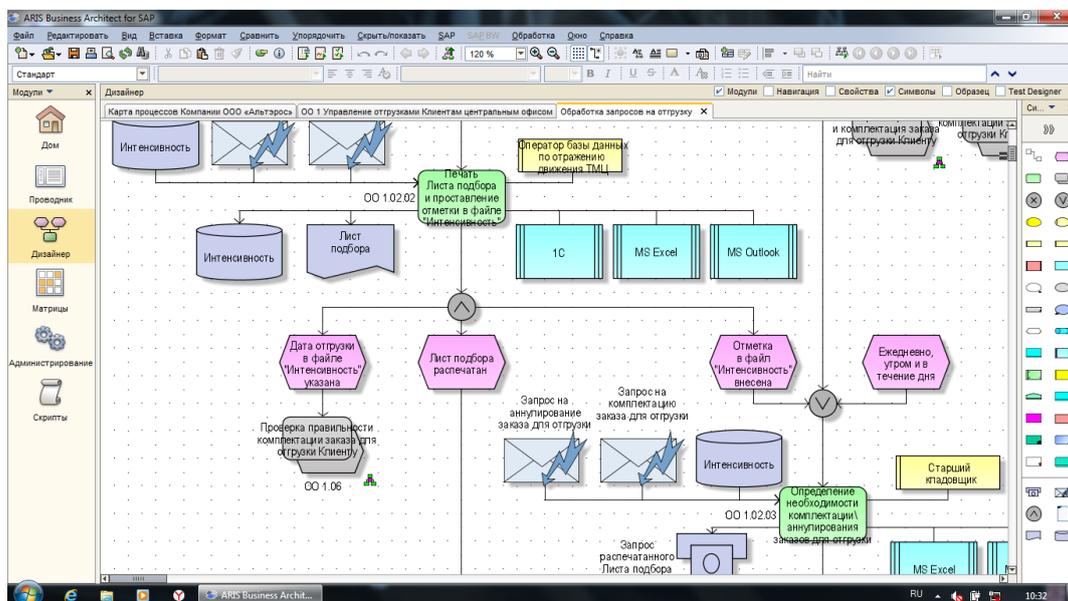


Рис. 5. Фрагмент модели «Обработка запросов на отгрузку»

В данной статье изложен общий подход к описанию бизнес-процессов независимо от инструмента моделирования, который определяет применяемую методологию. Интересующимся данной темой, рекомендую обратить внимание на современное российское ПО (*Business Studio*, ОптимаСофт, Инталев, *SILA*) и, конечно, на мирового лидера в средствах описания бизнес-процессов и АП в целом – *ARIS* [4].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Роберт Каплан. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. / Роберт Каплан, Дейвид Нортон. – М.: Олимп-Бизнес, 2006. – 304 с.
2. ГОСТ Р 54 869-2011 «Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом». М.: Стандартинформ, 2012. – 7 с.
3. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Стандартинформ, 2015. – 48 с.

4. Роб Дэвис. BPM для начинающих. Моделирование бизнеса с ARIS Design Platform. / Роб Дэвис, Эрик Брабендер. – М.: Серебряные нити, 2008. – 414 с.

УДК 656.13.05

*В. А. Максимов (Россия, г. Москва, МАДИ)*

## **К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОБУСОВ ПО КОНТРАКТУ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА**

Из Статьи 34 п. 16 Федерального закона от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» следуют следующее определение контракта жизненного цикла.

Контракт жизненного цикла (КЖЦ) – это контракт, предусматривающий закупку товара или работы (в том числе при необходимости проектирование, конструирование объекта, который должен быть создан в результате выполнения работы), последующие обслуживание, ремонт и при необходимости эксплуатацию и (или) утилизацию поставленного товара или созданного в результате выполнения работы объекта.

Контракт жизненного цикла вправе заключаться в случаях, установленных Правительством Российской Федерации.

### **Предпосылки для заключения КЖЦ:**

1) Ускорение развития техники и технологий – усложнение и удорожание конструкции современных автобусов, появление электробусов:

- расширение модельного ряда автобусов (городские автобусы среднего, большого и особо большого класса, пригородные, междугородные модификации, автобусы с газовыми и электрическими двигателями);

- увеличение количества модификаций автобусов, которые комплектуются как отечественными, так и импортными узлами, и агрегатами;

- оснащение современных автобусов технически сложными и дорогостоящими узлами и агрегатами, имеющими электронное и/или компьютерное управление;

- диагностирование электронных систем управления узлами и агрегатами автобусов с применением компьютерных технологий;

- появление дополнительного телематического оборудования: ГЛОНАСС, системы видеонаблюдения, диспетчеризации и т.д.;

- наличие дополнительных электронных систем помощи водителю: предотвращение зажатия пассажиров, блокировки движения с открытыми дверьми, обнаружение и тушение пожара и др.;

- появление систем повышения комфорта перевозки пассажиров: системы климат-контроля, *Wi-Fi*, мультимедийных экранов, *USB*-зарядок.

2) Отставание процесса набора, подготовки и переподготовки инженерно-технического персонала от развития техники и технологий:

- срок подготовки современного специалиста (инженера) в области автомобильного транспорта – 5-6 лет, в то время как модернизация и выпуск новых моделей и модификаций автобусов составляет 2-3 года (на примере ГУП «Мосгортранс», табл. 1);

- «текучка кадров» – риск увольнения работника;

3) Наличие «принципа разделения труда» – базового принципа организации, в основе которого лежит невозможность одинаково эффективного выполнения одним предприятием комплекса разнородных видов деятельности.

**Таблица 1 – Динамика поставок модификаций автобусов в ГУП «Мосгортранс»**

№ п/п	Наименование марки и модели автобуса	Годы поставки в ГУП «Мосгортранс»	Особенности оснащения автобусов
1	2	3	4
1.	ЛиАЗ-529220	2008-2010	Автобусы, оборудованные дизельными ДВС <i>MAN</i> Евро-3
2.	ЛиАЗ-529221	2011	Автобусы, оборудованные дизельными ДВС <i>MAN</i> Евро-4 и кондиционерами
3.	ЛиАЗ-529222	2012-2014	Автобусы, оборудованные дизельными ДВС <i>MAN</i> Евро-5, кондиционерами, телематическим оборудованием, системой видеонаблюдения
4.	ЛиАЗ-529222-77	2015	Автобусы, оборудованные дизельными ДВС <i>MAN</i> Евро-5, системой климат-контроля, телематическим оборудованием, системой видеонаблюдения
5.	ЛиАЗ-529265-77	2016-2018	Автобусы, оборудованные дизельными ДВС <i>ЯМЗ</i> Евро-5, системой климат-контроля, телематическим оборудованием, системой видеонаблюдения

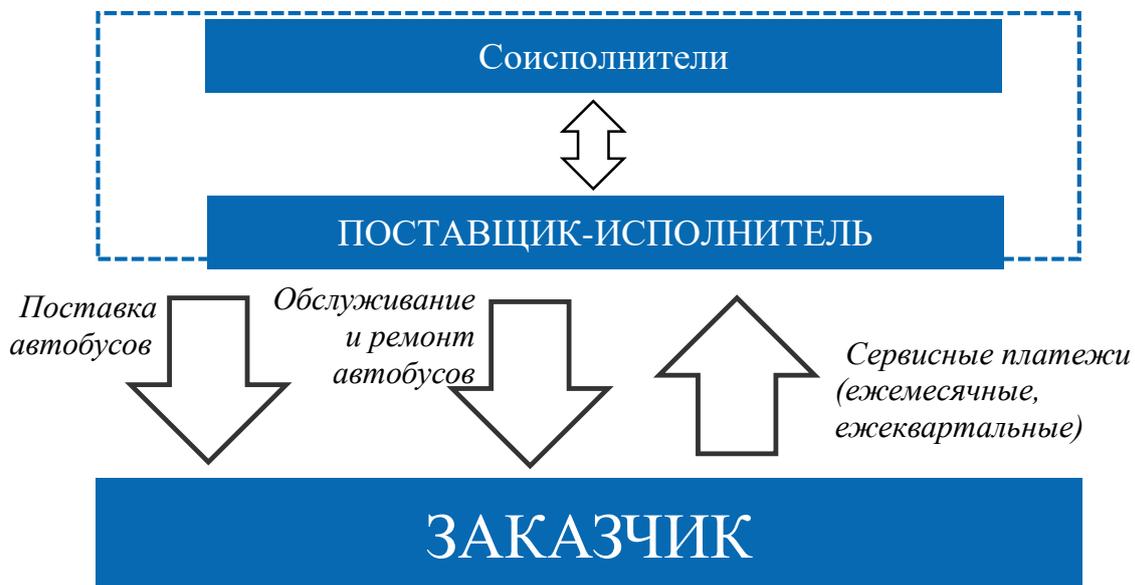
1	2	3	4
6.	ЛиАЗ-529265-79	2019	Автобусы, оборудованные дизельными ДВС ЯМЗ Евро-5, системой климат-контроля, телематическим оборудованием, системой видеонаблюдения, мультимедийными экранами, с обновленным интерьером салона

### Принципиальная схема взаимодействия при реализации КЖЦ

Принципиальная схема взаимодействия хозяйствующих субъектов при реализации КЖЦ представлена на рис. 1.

Основной обязанностью Заказчика является абонентская плата – сервисные платежи за оказанные услуги, выполненные работы по договору.

Все вопросы, связанные с техническим обслуживанием (ЕО, ТО-1, ТО-2, СО) и ремонтом (текущий, капитальный по естественному износу) подвижного состава – это зона ответственности Исполнителя, в том числе снабжение запасными частями, горюче-смазочными материалами (за исключением моторного топлива), вывоз отходов от производства и т.д.



**Рис. 1. Принципиальная схема взаимодействия хозяйствующих субъектов при реализации КЖЦ**

Исключение составляет ремонт, который потребовался вследствие дорожно-транспортных происшествий (ДТП), нарушений правил эксплуатации транспортного средства со стороны водителя предприятия и дей-

ствий третьих лиц. Данный ремонт не входит в тариф КЖЦ, он рассчитывается и оплачивается отдельно.

Услуги по ТО и ремонту подвижного состава, оказываемые Исполнителем, должны удовлетворять технологиям по ТО и ремонту заводов производителей транспортных средств, узлов и агрегатов, а также «Положению о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» (утв. Минавтотрансом РСФСР 20.09.1984) и другим нормативным и правовым актам, действующим на территории РФ.

Регулярность сервисных платежей Стороны оговаривают отдельно между собой. Из практики, как правило, платежи являются ежемесячными.

Сумма сервисных платежей рассчитывается как произведение тарифной ставки на пробег автобуса (парка автобусов) за определённый период, который был оговорён Сторонами как отчётный, на пример один месяц.

$$Ц_M = T_C \times L_M, \quad (1)$$

где  $Ц_M$  – сумма сервисных платежей в месяц, руб.;

$T_C$  – стоимость 1 километра пробега (тарифная ставка), руб.;

$L_M$  – пробег автобуса (парка автобусов) в месяц, км.

Как следует из формулы (1) сумма сервисных платежей зависит от тарифной ставки и пробега автобуса.

#### **Формирование тарифной ставки**

Тарифная ставка обычно формируется на основании плановых пробегов за рассматриваемый период и следующих затрат:

- нормативные затраты на запчасти и материалы для технического обслуживания (ТО);
- нормативные затраты на запчасти и материалы для заявочного ремонта (ЗР);
- фонд оплаты труда ремонтных рабочих с начислениями;
- аутсорсинг (как правило – это мойка, ГТО, ТО и ЗР дополнительного оборудования);
- затраты на ремонт и закупку оборудования, инструмента, оснастки, спецодежды;
- затраты на обучение персонала;

- накладные расходы – принимаются, как правило, в процентном отношении от суммы всех предыдущих затрат (расходы на водоснабжение, водоотведения, силовую и осветительную энергию, капремонт зданий и сооружений);

- инвестиции (при наличии);

- процент экономии.

Если договор заключён в рамках 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», то тарифная ставка является твёрдой и неизменной на протяжении всего срока действия такого договора, если же договор заключён в рамках 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц», то может быть применена «Формула цены», то есть тарифная ставка с течением времени и при наступлении определённых условий (например, значительное, более 10 %, изменение курса валют) может пересматриваться.

#### **Учёт пробега подвижного состава, находящегося на КЖЦ**

Пробег подвижного состава может учитываться по спидометровому оборудованию, системе ГЛОНАСС или по путевому листу.

Если говорить про маршрутные транспортные средства, то здесь пробег получают при обработке путевых листов, то есть после рабочей смены все путевые листы сдаются в контрольно-учётную группу на предприятии и данные из листов заносятся в автоматизированную систему учёта (*SAP*, *1С* и др.).

Данные по пробегам ежедневно предоставляются ответственному представителю Исполнителю по КЖЦ под роспись. Исполнитель вправе сравнить данные с данными спидометрового оборудования или с данными бортового навигационного оборудования автобусов.

Ежедневная информация о пробеге подвижного состава необходима для составления графиков выполнения технического обслуживания (как правило, графики составляются на месяц с возможностью корректировки), а также для произведения расчётов по договору (составления актов выполненных работ, счетов, счёт-фактур).

#### **Параметры оценки качества исполнения КЖЦ**

Основным параметром, по которому можно оценить качество исполнения контракта жизненного цикла со стороны Исполнителя является коэффициент технической готовности парка автобусов, которые были приняты на КЖЦ.

Данный параметр рассчитывается 2 раза в сутки и для Москвы находится на уровне  $K_{\text{тг}} = 0,95$ .

Расчёт ежедневного КТГ ( $\alpha_T^E$ ) производится по следующей формуле:

$$\alpha_T^E = \frac{\alpha_T^Y + \alpha_T^B}{2}, \quad (2)$$

где  $\alpha_T^Y$  – утренний коэффициент технической готовности;

$\alpha_T^B$  – вечерний коэффициент технической готовности.

Утренний коэффициент технической готовности рассчитывается по формуле (3) (с округлением до второго знака после запятой):

$$\alpha_T^Y = \frac{A_{И}^Y + A_{Н}^Y}{A_{О} - A_{У}} \times 100\%, \quad (3)$$

где  $A_{И}^Y$  – количество исправных автобусов, готовых к выходу на маршруты по состоянию на:

8 ч 30 мин., (МСК) – в будни;

8 ч 00 мин., (МСК) – в выходные;

$A_{Н}^Y$  – количество автобусов, не готовых к выходу на маршруты и требующие ремонта в следствии дорожно-транспортных происшествий (ДТП), нарушения правил эксплуатации водителем или действий третьих лиц по состоянию на:

8 ч 30 мин., (МСК) – в будни;

8 ч 00 мин., (МСК) – в выходные;

$A_{О}$  – общее количество всех автобусов, принятых к сервисному обслуживанию и ремонту по контракту.

$A_{У}$  – количество утраченных автобусов, но не исключённых на дату определения ежедневного КТГ из объёма оказываемых по контракту услуг.

Утраченными считаются автобусы, не подлежащие восстановлению в результате повреждений и/или месторасположение которых невозможно определить в результате угона.

Вечерний коэффициент технической готовности рассчитывается по формуле (4) (с округлением до второго знака после запятой):

$$\alpha_T^B = \frac{A_{II}^B + A_H^B}{A_O - A_Y} \times 100\% , \quad (4)$$

где  $A_{II}^B$  – количество исправных автобусов, готовых к выходу на маршруты по состоянию на 17 ч 00 мин., (МСК);

$A_H^B$  – количество автобусов, не готовых к выходу на маршруты и требующие ремонта в следствии ДТП, нарушения правил эксплуатации водителем или действий третьих лиц, по состоянию на 17 ч 00 мин., (МСК).

Исправным и готовым к выходу на маршрут считается автобус, отвечающий нормам и правилам, установленным в:

- Федеральном законе «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта» от 08.11.2007 № 259-ФЗ;
- Постановлении Правительства Российской Федерации от 23.10.1993 № 1090 «О Правилах дорожного движения»;
- Постановлении Правительства Российской Федерации от 14.02.2009 № 112 «Об утверждении Правил перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом»;
- «Основных положениях по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанностях должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения», утвержденных Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 877;
- техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» ТР ТС 018/2011.

Неисполнение заданного показателя КТГ по договору КЖЦ влечёт наложение на Исполнителя штрафных санкций, вплоть до расторжения договора, в соответствии с законодательством РФ.

Второстепенным параметром оценки качества исполнения КЖЦ является количество поступивших жалоб и обращений граждан города на работу подвижного состава предприятия в части технической.

### **Преимущества КЖЦ для Заказчика:**

- получение продукта более высокого качества в процессе проектирования и производства ввиду того, что данный производитель в дальнейшем будет отвечать за техническую эксплуатацию данного изделия;
- сокращение организационных издержек за счёт заключения контракта с одним контрагентом (один контракт на производство, поставку и техническую эксплуатацию);
- снижение и минимизация рисков не поставки и/или недопоставки продукта ввиду необходимости его дальнейшего обслуживания;
- введение специализации;
- высокий коэффициент технической готовности парка автобусов;
- увеличение коэффициента выпуска автобусов на линию;
- снижение брака при производстве;
- снижение количества сходов с линии;
- повышение уровня исполнения расписания движения автобусов;
- повышение срока службы (жизненного цикла) подвижного состава;
- концентрация внимания на перевозке пассажиров;
- повышение эффективности работы управленческих ресурсов;
- оптимизация производственного персонала, перераспределение человеческих ресурсов;
- снижение инвестиционной нагрузки за счёт сокращения расходов на закупку нового подвижного состава и оснащения производственно-технической базы;
- возможна рассрочка платежа;
- оплата только в случае надлежащего исполнения контракта исполнителем;
- исполнитель обязан выкупить подвижной состав у заказчика по истечению срока действия контракта (опционально).

### **Преимущества КЖЦ для Исполнителя:**

- стабильность – получение и реализация крупного долгосрочного контракта;
- специализация – концентрация внимания на выполнении чётко определённого круга обязанностей;
- свобода в выборе технических действий и решений;
- понятная мотивация ввиду прямой зависимости качества работы от оплаты («сделал – получил»);

- наработка опыта функционирования в данной сфере, постоянное совершенствование профессиональных навыков;
- общественная полезность – помощь государству в осуществлении государственных, социально значимых функций.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.11.2013 № 1087 «Об определении случаев заключения контрактов жизненного цикла».
3. Федеральный закон от 18.07.2011 № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.08.2017 № 1042 «Об утверждении правил определения размера штрафа, начисляемого в случае ненадлежащего исполнения заказчиком, неисполнения или ненадлежащего исполнения поставщиком (подрядчиком, исполнителем) обязательств, предусмотренных контрактом (за исключением просрочки исполнения обязательств заказчиком, поставщиком (подрядчиком, исполнителем))».
5. Библиотека типовых контрактов, типовых условий контрактов. [Электронный ресурс]. URL: <http://zakupki.gov.ru/epz/btk/quicksearch/search.html> (дата обращения 05.11.2019).

УДК 656.13.05

*В.А. Максимов, Н.В. Поживилов, Г.А. Крылов (Россия, г. Москва, МАДИ)*

#### **КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА «РАСЧЁТ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ АВТОБУСОВ ГУП «МОСГОРТРАНС»»**

В государственных компаниях, работающих в РФ, поставка запасных частей и материалов производится поставщиком (победителем электронных торгов) в соответствии с требованиями Федерального закона № 44-ФЗ от 05.04.2013 (ред. от 23.04.2018) [1] и другими нормативными документами РФ.

Расчёт необходимого количества запасных частей (ЗЧ) и эксплуатационных жидкостей (ЭЖ) подвижного состава позволяет обеспечить сервисную службу автотранспортного предприятия необходимыми материалами для обслуживания и ремонта автомобилей парка.

Формирование номенклатуры запасных частей и материалов, их фактического расхода в рамках проведения периодического технического обслуживания разного вида базируется на основе имеющейся нормативной документации, предоставленной со стороны завода-изготовителя и внутренних распорядительных актов компании [2].

ГУП «Мосгортранс» осуществляет перевозку пассажиров линейными автобусами в городе Москве. Общий парк превышает 6 тысяч единиц городских автобусов и электробусов разных марок и модификаций [3]. В условиях государственных закупок необходимо качественное планирование запасных частей и эксплуатационных жидкостей для технического обслуживания и текущего ремонта (ТО и ТР) подвижного состава в том числе и за счёт обоснованного их расчёта. Ручной расчёт затруднителен из-за разномарочной структуры подвижного состава, большого количества номенклатурных позиций запасных частей и эксплуатационных материалов. В Научно-производственном центре ГУП «Мосгортранс» разработана программа «Расчёт запасных частей и эксплуатационных жидкостей для линейных автобусов ГУП «Мосгортранс», позволяющая в автоматическом режиме производить расчёты в номенклатурном и стоимостном выражении.

Программа, на основе введённых данных по нормативам расхода запасных частей, смазочных материалов (СМ), топлива и хладагента по каждой модификации автобусов, по количеству модификаций и их планируемым пробегам производит расчёт необходимого количества расходных материалов, включая эксплуатационные жидкости, при планировании проведения текущего ремонта (ТР), сезонного обслуживания (СО) и технического обслуживания (ТО) подвижного состава по выбранному филиалу (группе филиалов).

На основании введённых цен, программа производит суммарный расчёт затрат в рублях на ЗЧ, СМ и ЭЖ для ТО, СО и ТР в разрезе модификаций автобусов выбранных филиалов (группы филиалов).

Нормативная база программного обеспечения формировалась на основе нормативных документов ГУП «Мосгортранс», заводоизготовителей и опыта эксплуатации подвижного состава (ПС).

Программный продукт «Расчёт запасных частей и эксплуатационных жидкостей для линейных автобусов ГУП «Мосгортранс»» разработан под операционную среду «*Windows*» (совместимость, начиная с версии *XP*).

Программа написана на алгоритмическом языке «*Microsoft VisualFoxPro 9*».

Минимальные технические требования к компьютеру: процессор *Pentium*, *32 Mb RAM*, и *10 Mb* свободного места либо на жёстком диске компьютера, либо на съёмном диске (флэш-диске).

Разрешение экрана монитора должно быть не менее 800 на 1200, *16bit TrueColor*.

Все основные действия в программы вынесены на экранные кнопки. Операции с кнопками осуществляются при помощи компьютерной мыши (или аналога).

Редактирование информации осуществляется через экранные формы ввода. В формах ввода информации все доступные для изменения текстовые поля имеют белый фон. Текущее поле ввода текста имеет светло-зелёный фон. Не редактируемые текстовые поля имеют красный фон.

Переход на следующее поле редактирования осуществляется по нажатию кнопки «Ввод» («*Enter*») клавиатуры или достижения максимальной длины вводимого текста.

Конкретное текстовое поле редактирования можно выбрать мышью. Так же движение по редактируемым полям можно выполнять кнопками со стрелками клавиатуры.

Совместимость версий определяется по совпадению первых пунктов «Текущей версии», указанной в нижней части главного меню.

Архитектурная схема работы программы представлена на рис. 1.

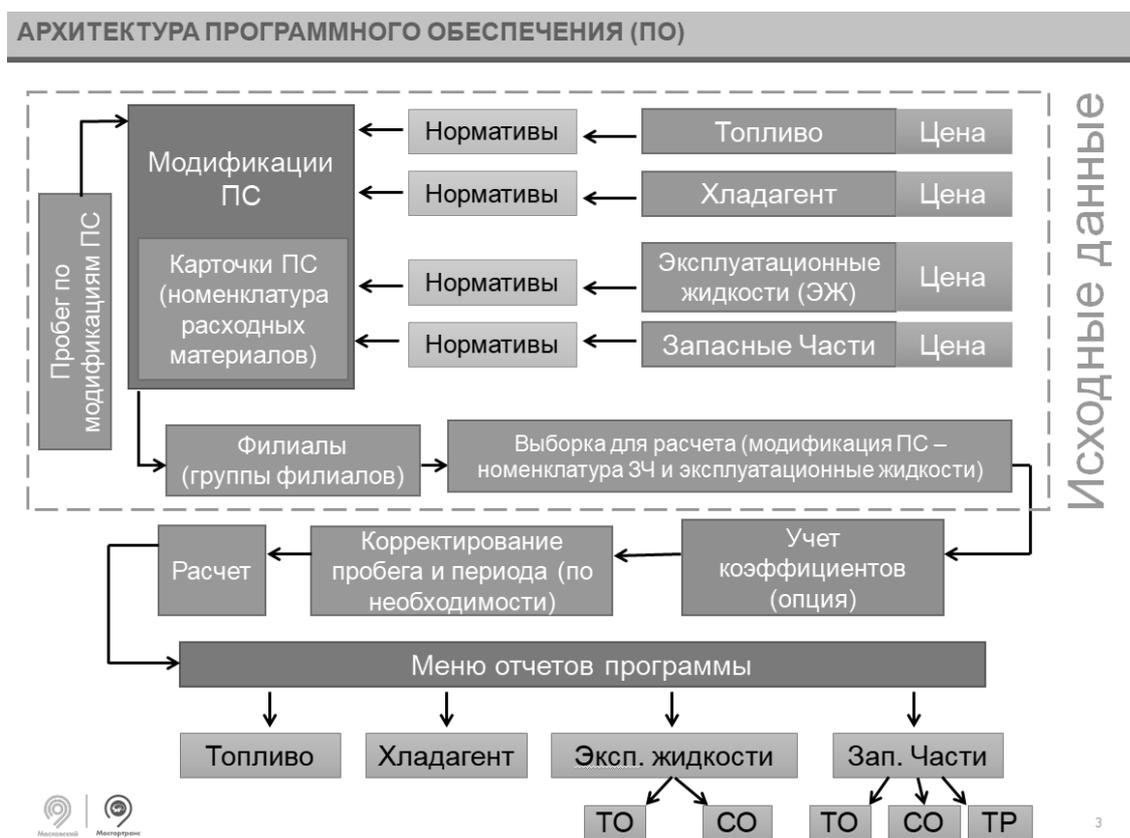
После запуска программы на экран выводится «Главное меню» (рис. 2).

Из главного меню программы по различным кнопкам можно перейти к следующим разделам программы:

Кнопки первой группы осуществляют доступ к исходным данным: подвижной состав – пробеги ПС в разрезе модификаций и возраста, с учё-

том количества на начало, поступления и убытия за введённый период; остатки на складах на заданную дату по списку номенклатуры;

Кнопки второй группы запускают соответствующие расчёты, с запросом необходимых параметров и возможностью вывода результатов на печать или в виде документов (*pdf, xls*). Отчёты разбиты по виду расходных материалов.



**Рис. 1. Архитектурная схема программы «Расчёт запасных частей и эксплуатационных жидкостей для линейных автобусов ГУП «Мосгортранс»**

Кнопки третьей группы позволяют получить доступ к справочникам программы, открыв меню справочников, на основе которых производятся расчёты, а так же к инструкции пользователя.

Все расчёты производятся на основании введённых пробегов подвижного состава в разрезе модификаций и возрастных групп, объединённых в «филиал». Под «филиалом» понимается любое объединение ПС, имеющее смысл в рамках производимых расчётов: эксплуатационная площадка филиала, филиал, группа филиалов, ГУП «Мосгортранс» в целом.

На данный момент в программе имеется достаточно полный объём информации по ЗЧ и эксплуатационным жидкостям для автобусов модификаций ЛиАЗ (табл. 1).

В результате расчёта в программе выводятся отчётные формы, в которых информация отображается в укрупнённом виде в денежном эквиваленте по категориям: ЗЧ для ТО; ЗЧ для СО; ЗЧ для ТР; СМ для ТО и СМ для СО, а также в подробном виде, т.е. необходимое количество по каждой конкретной номенклатуре (в штуках и метрах для ЗЧ; литрах и килограммах для ЭЖ и СМ).

ГЛАВНОЕ МЕНЮ		Last UpDate 22.08.2019	
Расчет запасных частей и эксплуатационных жидкостей для линейных автобусов ГУП "Мосгортранс"			
Уровень доступа	Оператор ←		
<b>Исходные данные по филиалам</b>			
<b>Исходные данные по остаткам</b>			
ЗЧ для ТО	Расчет	с Остатками	
ЗЧ для СО	Расчет	с Остатками	
ЗЧ для ТР	Расчет	с Остатками	
Сводные ЗЧ	Расчет	с Остатками	
СМ для ТО	Расчет	с Остатками	
СМ для СО	Расчет	с Остатками	
Сводные СМ	Расчет	с Остатками	
Сводные ЗЧ и СМ		с Остатками	
		Сравнение	
Топливо	Расчет		
Справочники программы			
Инструкция по работе		<b>Выход</b>	
Текущая версия 1.4.14.2019.08.22			
Обратная связь:		npc.yz@mosgortrans.ru	

**Рис. 2. Главное меню программы «Расчёт запасных частей и эксплуатационных жидкостей для линейных автобусов ГУП «Мосгортранс»**

**Таблица 1 – Количество номенклатурных позиций для расчёта в программе  
«Расчёт запасных частей и эксплуатационных жидкостей для линейных автобусов  
ЛиАЗ в ГУП «Мосгортранс»**

Вид материалов	Итого позиций
Запасные части для ТО	46
Запасные части для СО	18
Запасные части для ТР	1276
Автошины	3
Эксплуатационные жидкости для ТО	56
Эксплуатационные жидкости для СО	56
Хладагент	1
Дизельное топливо	1

Для получения актуальных и достоверных результатов при расчёте необходимого количества ЗЧ и СМ необходимо обновлять нормативы расхода ЗЧ и СМ, добавлять новую номенклатуру, а также поддерживать и обновлять само программное обеспечение, подстраиваясь под современные тенденции технической эксплуатации автомобилей и требования компании.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ (ред. от 30.10.2018) «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
2. Максимов, В. А. Методический подход к определению удельной трудоёмкости текущего ремонта автобусов ЛиАЗ-529221 и ЛиАЗ-621321 в эксплуатации / В. А. Максимов, Н. В. Поживилов, Г. А. Крылов, А. А. Завгородний // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: сб. науч. тр. / МАДИ. – Москва. 2019. – С. 27-31.
3. Годовой отчёт. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.mosgortrans.ru/fileadmin/press\\_center/infographic/MGT\\_Annual\\_2018\\_new.pdf](http://www.mosgortrans.ru/fileadmin/press_center/infographic/MGT_Annual_2018_new.pdf) (дата обращения 25.10.2019).

### РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Для определения общей вероятности безотказной работы тормозной системы автомобиля *LADA KALINA* использовался Марковский анализ. Метод назван в честь российского математика, Андрея Андреевича Маркова (1856 – 1922). Отметим, что Марковский анализ можно использовать, только если система характеризуется двумя возможными состояниями: исправное состояние и состояние отказа. Условимся и будем называть переход системы из исправного состояния в состояние отказа – отказом, обратный переход – ремонтом, а последовательность таких действий назовём процессом. Представим автомобиль, как систему  $S$ . При этом данная система в произвольный момент времени  $t$  может переходить из состояния  $S_i$  в состояние  $S_j$ . В нашем случае система  $S$  может быть в одном из четырёх возможных состояний (рис. 1):  $S_0(t)$  – исправное состояние;  $S_1(t)$  – неисправен тормозной привод (ТП);  $S_2(t)$  – неисправны тормозные механизмы (ТМ);  $S_3(t)$  – неисправны тормозной привод и тормозные механизмы. При этом каждому из состояний соответствует определённое событие – параметрический отказ. Задача состоит в нахождении вероятности состояний такого процесса, т.е.

$$P_1(t), P_2(t), \dots, P_i(t), \dots, P_n(t),$$

где  $P_i(t)$  – вероятность того, что в момент времени  $t$  система будет находиться в состоянии  $S_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ).

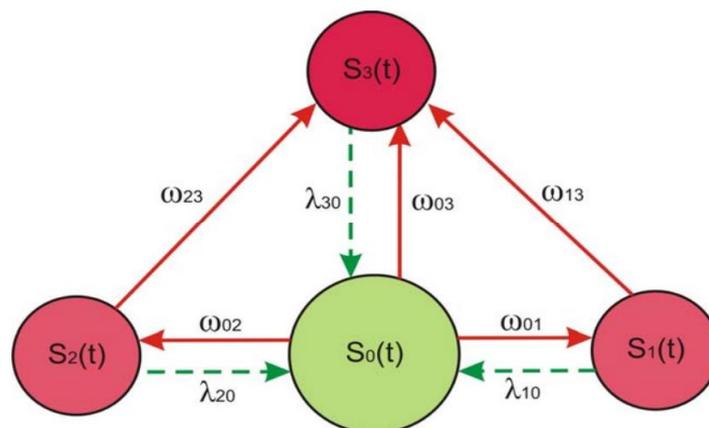


Рис. 1. Граф состояний восстанавливаемой системы:  $S_0(t)$  – исправное состояние;  $S_1(t)$  – неисправен ТП;  $S_2(t)$  – неисправны ТМ;  $S_3(t)$  – неисправны ТП и ТМ;  $\omega_{ij}$  – параметр потока отказов;  $\lambda_{ij}$  – интенсивность восстановления

Составим систему дифференциальных уравнений Колмогорова [1]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dP_0(t)}{dt} &= \lambda_{10}P_1(t) + \lambda_{20}P_2(t) + \lambda_{30}P_3(t) - (\omega_{01} + \omega_{02} + \omega_{03})P_0(t), \\ \frac{dP_1(t)}{dt} &= \omega_{01}P_0(t) - (\lambda_{10} + \omega_{13})P_1(t), \\ \frac{dP_2(t)}{dt} &= \omega_{02}P_0(t) - (\lambda_{20} + \omega_{23})P_2(t), \\ \frac{dP_3(t)}{dt} &= \omega_{13}P_1(t) + \omega_{23}P_2(t) + \omega_{03}P_0(t) - \lambda_{30}P_3(t), \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) &= 1. \end{aligned} \right\}$$

Упростим задачу и найдём вероятности состояний системы в предельном случае, т.е. когда  $t \rightarrow \infty$ . Тогда перейдём к обычной системе линейных алгебраических уравнений, однако не забудем и про нормировочное условие:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{10}P_1(t) + \lambda_{20}P_2(t) + \lambda_{30}P_3(t) - (\omega_{01} + \omega_{02} + \omega_{03})P_0(t) &= 0, \\ \omega_{01}P_0(t) - (\lambda_{10} + \omega_{13})P_1(t) &= 0, \\ \omega_{02}P_0(t) - (\lambda_{20} + \omega_{23})P_2(t) &= 0, \\ \omega_{13}P_1(t) + \omega_{23}P_2(t) + \omega_{03}P_0(t) - \lambda_{30}P_3(t) &= 0, \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) &= 1. \end{aligned} \right\}$$

В результате математических преобразований, найдём вероятность нахождения системы в состоянии  $S_0$  – автомобиль исправен:

$$P_0(t) = \frac{1}{\frac{\omega_{01}(\lambda_{20} + \omega_{23}) + \omega_{02}(\lambda_{10} + \omega_{13})}{(\lambda_{10} + \omega_{13})(\lambda_{20} + \omega_{23})} + \frac{(\omega_{01} + \omega_{02} + \omega_{03})}{\lambda_{30}} - \frac{\frac{\lambda_{10}\omega_{01}}{\lambda_{30}(\lambda_{10} + \omega_{13})} - \frac{\lambda_{20}\omega_{02}}{\lambda_{30}(\lambda_{20} + \omega_{23})} + 1}};$$

$\omega_{ij}$  – параметр потока отказов;  $\lambda_{ij}$  – интенсивность восстановления. Вероятность нахождения системы в состоянии  $S_1$  – отказ ТП автомобиля:

$$P_1(t) = \frac{\omega_{01}}{(\lambda_{10} + \omega_{13}) \left[ \frac{\omega_{01}(\lambda_{20} + \omega_{23}) + \omega_{02}(\lambda_{10} + \omega_{13})}{(\lambda_{10} + \omega_{13})(\lambda_{20} + \omega_{23})} + \frac{(\omega_{01} + \omega_{02} + \omega_{03})}{\lambda_{30}} \right] - \frac{-(\lambda_{10} + \omega_{13}) \left[ \frac{\lambda_{10}\omega_{01}}{\lambda_{30}(\lambda_{10} + \omega_{13})} - \frac{\lambda_{20}\omega_{02}}{\lambda_{30}(\lambda_{20} + \omega_{23}) + 1} \right]}{}$$

Вероятность нахождения системы в состоянии  $S_2$  – отказ ТМ автомобиля:

$$P_2(t) = \frac{\omega_{02}}{(\lambda_{20} + \omega_{23}) \left[ \frac{\omega_{01}(\lambda_{20} + \omega_{23}) + \omega_{02}(\lambda_{10} + \omega_{13})}{(\lambda_{10} + \omega_{13})(\lambda_{20} + \omega_{23})} + \frac{(\omega_{01} + \omega_{02} + \omega_{03})}{\lambda_{30}} \right] - \frac{-(\lambda_{20} + \omega_{23}) \left[ \frac{\lambda_{10}\omega_{01}}{\lambda_{30}(\lambda_{10} + \omega_{13})} - \frac{\lambda_{20}\omega_{02}}{\lambda_{30}(\lambda_{20} + \omega_{23}) + 1} \right]}{}$$

Вероятность нахождения системы в состоянии  $S_3$  – совместный отказ ТП и ТМ автомобиля:

$$P_3(t) = \left[ \frac{1}{\frac{\omega_{01}(\lambda_{20} + \omega_{23}) + \omega_{02}(\lambda_{10} + \omega_{13})}{(\lambda_{10} + \omega_{13})(\lambda_{20} + \omega_{23})} + \frac{(\omega_{01} + \omega_{02} + \omega_{03})}{\lambda_{30}} - \frac{\lambda_{10}\omega_{01}}{\lambda_{30}(\lambda_{10} + \omega_{13})} - \frac{\lambda_{20}\omega_{02}}{\lambda_{30}(\lambda_{20} + \omega_{23}) + 1} \right] \left[ \frac{(\omega_{01} + \omega_{02} + \omega_{03})}{\lambda_{30}} - \frac{\lambda_{10}\omega_{01}}{\lambda_{30}(\lambda_{10} + \omega_{13})} - \frac{\lambda_{20}\omega_{02}}{\lambda_{30}(\lambda_{20} + \omega_{23})} \right]$$

Каждое из состояний отказа  $S_1$ ,  $S_2$  характеризуется конкретной подсистемой, в нашем случае ТП и ТМ, поэтому в этих состояниях каждая из подсистем будет, когда-то лимитирующей. Запишем формулу для определения вероятности состояния  $S_3$ :

$$P_{ТС} = P_{ТП} P_{ТМ}, [2]$$

где  $P_{ТС}$ ,  $P_{ТП}$ ,  $P_{ТМ}$  – вероятности безотказной работы в целом тормозной системы автомобиля, тормозного привода и тормозных механизмов тормозной системы автомобиля.

Используя теоретические основы Марковского анализа, построен граф состояний восстанавливаемой системы (тормозная система). На основе построенного графа состояний тормозной системы разработана вероятностная модель предотказного состояния. Применение данной модели на практике позволит исключить пропуск неисправностей (ошибку второго рода) при использовании методики расчёта общей вероятности безотказной работы тормозной системы автомобиля.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электронная библиотека «*Bourabai Research* ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА». [Электронный ресурс]. URL: <http://bourabai.ru/cm/kolmogorov.htm> (дата обращения 14.09.2019).
2. ГОСТ Р 51901.15-2005 (МЭК 61165:1995) Менеджмент риска. Применение марковских методов.
3. Костерев, В. В. Надёжность технических систем и управление риском: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008 – 280 с.
4. Денисов, И. В. Разработка методики управления техническим состоянием систем автомобиля, влияющих на безопасность движения

УДК 656.015

*В. А. Немков, И. И. Борданов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### ПРОБЛЕМА ПАРКОВКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ГРАНИЦАХ НАСЕЛЁННОГО ПУНКТА

Проживание в социуме ежедневно преподносит гражданам проблемы различного характера. Одной из таких проблем является движение на дорогах и парковка автомобилей. На 01 июля 2019 года, в России насчитывалось 52,4 млн единиц автомобильной техники:

- 84 % из них, это легковые автомобили, что соответствует 44,1 млн единиц;
- лёгкий коммерческий транспорт занимает почти 8 % парка, или более 4,1 млн машин;
- грузовых автомобилей 3,8 млн штук или более 7 %;
- наконец, менее 1 % российского парка занимают автобусы, которых в России насчитывается 0,4 млн единиц.

Ежегодный рост количества автомобилей создал острую проблему парковки транспорта в населённых пунктах. Стоянка вне предусмотренных парковочных мест не только затрудняет движение другим водителям и пешеходам, но и создаёт трудности для работы коммунальных служб и проезда служебного транспорта.

Выявление и пресечение дорожно-транспортных правонарушений, связанных со стоянкой автомобилей, является исключительной прерогативой Госавтоинспекции МВД РФ. Полиция должна привлечь нарушителя к административной ответственности на основании ст. 12.19 КоАП РФ за нарушение правил остановки или стоянки транспортных средств. Однако, решению этого вопроса не уделяется должного внимания.

В крупных городах водители часто паркуют на ночь свои автомобили не только во дворах жилых домов, но и не прилегающий к ним территории (газоны, тротуары, внутриквартальные улицы и т.п.), а водители грузовиков и вдоль центральных улиц.

В соответствии с законом «О безопасности дорожного движения» юридические лица, индивидуальные предприниматели, осуществляющие эксплуатацию транспортных средств, обязаны обеспечивать стоянку транспортных средств, принадлежащих им на праве собственности или ином законном основании, в границах городских поселений по возвращении из рейса и окончании смены водителя на парковках (парковочных местах), соответствующих требованиям, установленным федеральным органом исполнительной власти.

Требования к таким парковкам установлены приказом Минтранса № 199 от 17 мая 2018 года: они должны быть освещены, обозначены знаками, при этом не должны находиться «в границах элемента планировочной структуры, застроенного многоквартирными домами» (иными словами, должны быть расположены за пределами жилых районов).

Решать острую проблему с парковкой автомобилей в населённых пунктах нужно и возможно. Главное придерживаться системного подхода. Для этого нужно выполнить следующие мероприятия.

Для начала нужно разделить весь транспорт по категориям и определить необходимое количество стояночных мест в населённом пункте.

Первая категория – это коммерческие транспортные средства, занимающиеся грузо- и пассажироперевозками (грузовые автомобили, автобусы, автомобили-такси), а также специальные транспортные средства.

Вторая категория – это частные транспортные средства граждан, не используемые в коммерческих целях.

Второй этап – определить количество автомобилей обеих категорий, находящихся ночью в населённом пункте и нуждающихся в парковке:

- частные автомобили

$$A_{\text{ч}} = N_{\text{л}} - N_{\text{пд}} - N_{\text{пк}}, \quad (1)$$

где  $N_{\text{л}}$  – количество зарегистрированных автомобилей;  $N_{\text{пд}}$  – количество официальных парковочных мест имеющихся на территории дворов и оборудованных под жилыми домами;  $N_{\text{пк}}$  – количество парковочных мест, имеющихся на платных стоянках, расположенных на данной территории;

- коммерческие автомобили

$$A_{\text{к}} = N_{\text{к}} - N_{\text{пАТП}}, \quad (2)$$

где  $N_{\text{к}}$  – количество зарегистрированных коммерческих автомобилей;  $N_{\text{пАТП}}$  – количество парковочных мест, имеющихся на автотранспортных предприятиях.

Третий этап – создать Государственное Унитарное Предприятие (ГУП), которое будет заниматься вопросами парковки автомобилей. Желательно наделить ГУП эксклюзивным правом по созданию и эксплуатации всех парковочных автостоянок. То есть должно быть так, что никакая структура или частное лицо не имеет права организовывать и эксплуатировать парковочные автостоянки в населённом пункте.

Четвёртый этап – выделить созданному ГУП участки земли, соответствующей площади, как в самом населённом пункте для организации парковки частных автомобилей, так и вне жилой зоны населённого пункта для организации парковки коммерческого транспорта. Эти участки земли надо оборудовать в соответствии с современными требованиями к организации парковочных мест. Создаваемые автостоянки должны быть охраняемыми.

При этом нужно учесть, что Российское законодательство в соответствии Правил дорожного движения (ст. 17.2) запрещает стоянку грузовых автомобилей с разрешённой максимальной массой более 3,5 т вне специально выделенных и обозначенных знаками и (или) разметкой мест. Грузо-

вые автомобили должны располагаться на территориях, обозначенных знаком «Парковка» с дополнительными табличками либо изображением грузового транспорта прямо на синем фоне. Такие площадки должны отличаться размерами машиномест: длина – от 14 до 22 м; ширина – от 3,5 до 5 м; ширина проезда – от 5,5 до 12 м (в зависимости от установленного порядка въезда и выезда). Именно поэтому специальные площадки для стоянки грузового транспорта должны располагаться за пределами жилых районов.

Пятый этап – запретить парковки в населённом пункте вне разрешённых стоянок с 21-00 до 7-00;

Шестой этап – принять штрафы за нарушение парковки.

Такие меры не только освободят дворы и улицы от автомобилей, но также улучшат экологическую ситуацию и позволят создать дополнительные рабочие места.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ременцов, А. Н., Фролов, Ю. Н., Воронов, В.П. и др. Системы, технологии и организация услуг в автомобильном сервисе: учебник для студ. Учреждений высш. проф. образования. М. Издательский центр «Академия», 2013. – 480 с.
2. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 № 196-ФЗ (ред. от 27.12.2018).
3. СНиП 21-02-99 «Стоянки автомобилей».
4. Больное место: как решается вопрос парковки рядом с домом в разных странах [Электронный ресурс]. URL: <https://realty.ria.ru/20190328/1552190491.html> (дата обращения 09.10.2019).
5. Как решается проблема дефицита парковочного пространства в нормальных странах и у нас? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drom.ru/info/misc/50304.html> (дата обращения 09.10.2019).
6. Сколько машин в России в 2019 году? [Электронный ресурс]. URL: <https://universeofcars.ru/skolko-mashin-v-rossii-v-2019-godu/> (дата обращения 09.10.2019).

## **АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ АВТОБУСОВ**

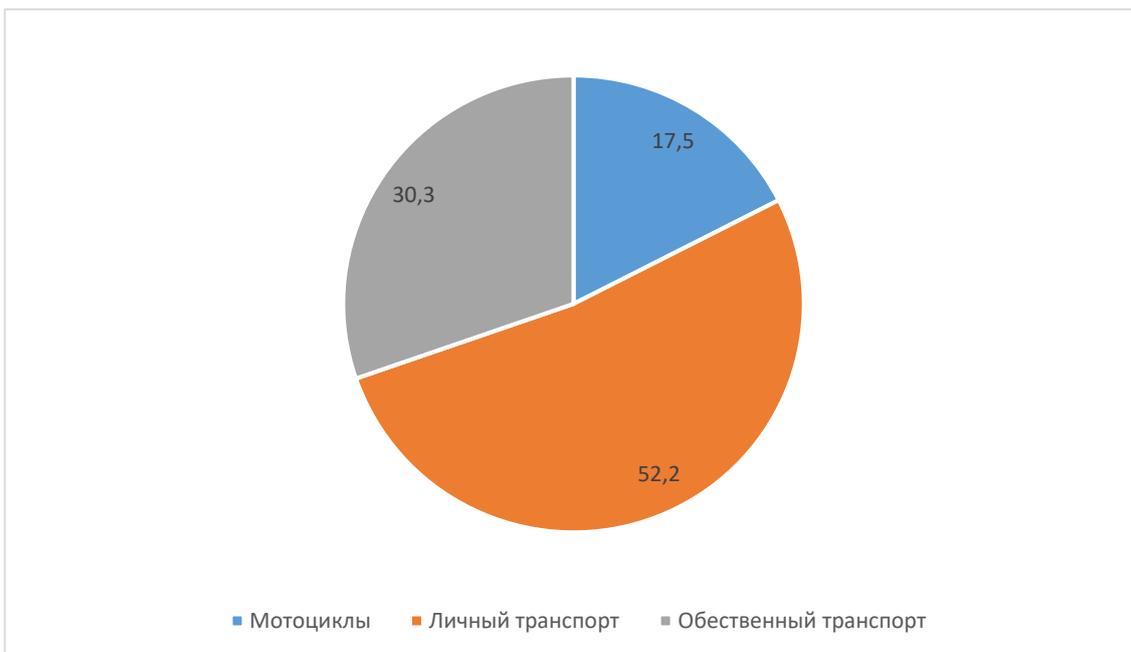
За прошедший 2018 год на территории нашей страны зарегистрировано около 126 тыс. дорожно-транспортных происшествий.

Рассматривая официальную статистику дорожно-транспортных происшествий (ДТП), основными причинами смерти людей, являются плохое качество дорог и вождение в алкогольном или наркотическом состоянии. Так же хоть и не высокий процент, но всё-таки присутствует в статистике это нарушение правил дорожного движения.

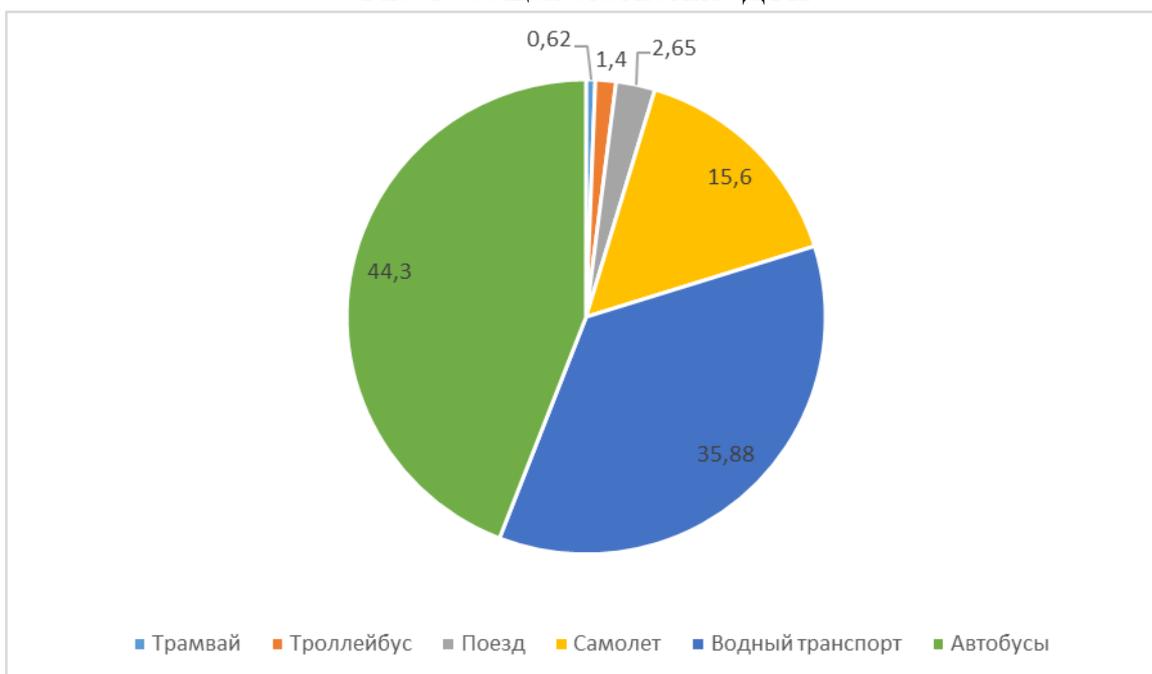
Количество ДТП по России достаточно высоко. Если взглянуть на ситуацию всего мира по количеству ДТП, Россия занимает одно из первых мест.

С каждым годом растёт количество происшествий на дорогах с участием общественного транспорта (см. рисунок 1).

Статистика за 2018 год показывает, что автобусы занимают шестое место в рейтинге безопасности общественного транспорта (см. рисунок 2). По данным Научно-исследовательского центра проблем безопасности дорожного движения МВД РФ количество ДТП по вине водителей автобусов увеличивалось последние пять лет подряд. По результатам исследований ГИБДД, количество аварий, произошедших по вине водителей автобусов, выросло в 2017 году на 5,9 %, до 5608 случаев. В 2016 году прирост по этому показателю составил 6 %, в 2015 году – 1,9 %. В предыдущем, 2018 году рост за первые семь месяцев составил 3,7 % по сравнению с аналогичным периодом 2017 года. Большая часть аварий совершается при регулярной перевозке на муниципальных маршрутах – обычных городских рейсовых автобусах.

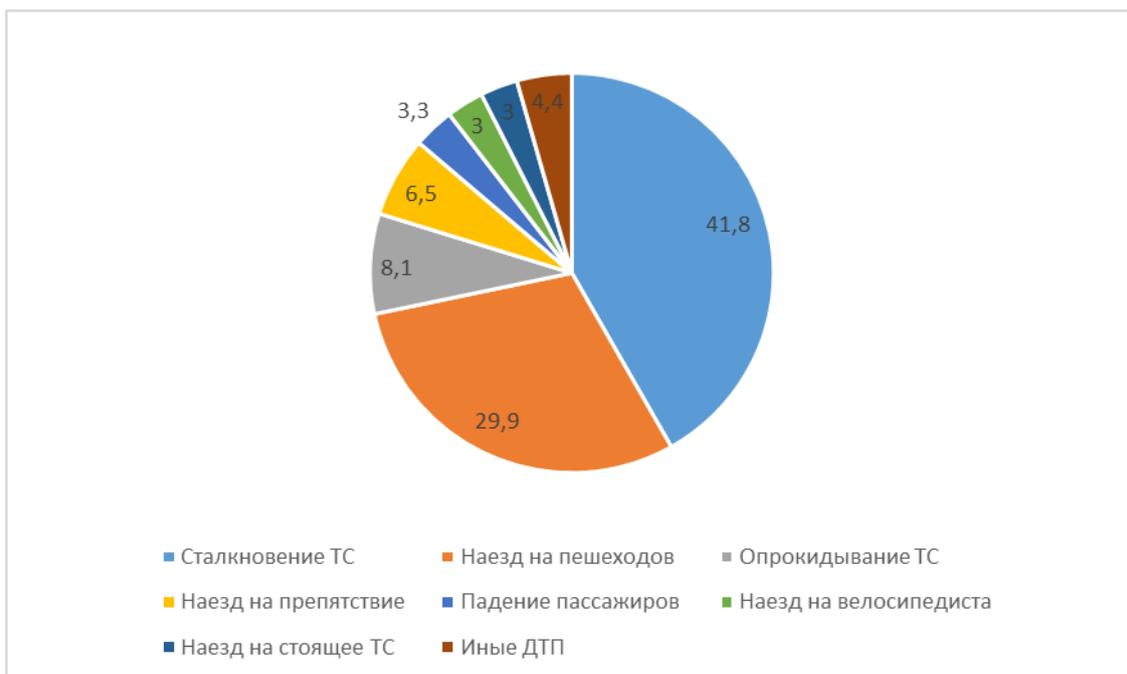


**Рис. 1. Общая статистика ДТП**



**Рис. 2. Статистика ДТП с участием общественного транспорта**

Специалисты обращают особое внимание на причины возникновения ДТП. Основными причинами являются: переутомление водителей, не соблюдение режима труда и отдыха и неудовлетворительное состояние транспортного средства (см. рисунок 3).



**Рис. 3. Причины ДТП с участием автобусов**

Большинство ДТП с участием автобусов связано со столкновением транспортных средств. Второе место занимает наезд на пешеходов, так же зафиксированы такие виды ДТП как опрокидывание транспортного средства, наезд на препятствие, падение пассажиров в салоне общественного транспортного средства, наезд на велосипедиста, наезд на стоящее транспортное средство и др.

Специалисты, изучающие проблемы ДТП выделяют три основные причины происшествий с участием автобусов. Первое место приходится на нарушение ПДД водителями автобусов, второе место занимают пешеходы нарушающие ПДД. Так же ДТП с автобусами часто происходят по причине плохого состояния дорог. Под плохим состоянием дорог понимают отсутствие или плохо просматриваемую разметку, не качественное обслуживание дорог зимой и не правильное расположение дорожных знаков или их отсутствие.

Самыми частыми причинами ДТП в 2018 году с участием общественного транспорта зафиксированными в г. Владимире стали движение с открытыми дверями и травмы при падении пассажиров в автобусе (см. рисунок 4).



**Рис. 4. Статистика ДТП по городу Владимиру**

К административной ответственности за 9 месяцев прошлого года водителей автобусов привлекали 1170 раз (в 2017 году за аналогичный период водителям общественного транспорта выписали 868 штрафов). Санкции накладывали также на должностных лиц – 148 раз, индивидуальных предпринимателей – 43 раза и организации – 36 раз.

На основании проведённого анализа для снижения ДТП с участием автобусов необходимо принять следующие меры:

- усилить контроль за работой автобусов на линии;
- обеспечить строгую проверку водителей и транспортных средств перед выпуском на линию;
- проводить повышение квалификации водителей не реже чем раз в 3 года;
- соблюдать режим охраны труда и отдыха водителей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Статистика аварий [Электронный ресурс]. URL: <https://namvd.ru/statistika-avarii-analiz-proisshestvii-nekotoraya-statistika-po/> (дата обращения 10.10.2019).
2. Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых: сб. материалов науч.-практ. конф. 12 марта – 6 апр. 2018 г., г. Владимир.

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ СТАБИЛИЗАТОРОВ ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМОБИЛЯ**

В настоящее время во всех автомобилях установлены стабилизаторы поперечной устойчивости.

Стабилизатор поперечной устойчивости (СПУ) – это металлический стержень, выполненный из прочной пружинной стали, который служит для стабилизации автомобиля при прохождении поворотов. Если рассмотреть конкретно автомобиль, то при повороте происходит следующее: внешние колёса автомобиля при повороте пытаются выскользнуть за траекторию, подвеска с этой стороны сжимается. Внутренние колёса стремятся оторваться от дорожного полотна, а подвеска разжимается. Соответственно автомобиль стремится перевернуться. Чтобы такого не происходило начали применять стабилизаторы поперечной устойчивости.

По центру СПУ крепится к несущей системе автомобиля (кузов, рама) через резиновые втулки и стальные скобы, которые позволяют ему прокручиваться, а по концам он изогнут и соединяется с подвеской.

Существует два основных вида стабилизаторов:

1) пассивные – это те СПУ, которые не меняют свои характеристики во время движения и представляют собой обычный металлический стержень.

2) активные. В данном случае СПУ может изменять жёсткость в зависимости от выбора режима движения и условий дорожного полотна. Так же они могут и вовсе отключаться, чтобы не препятствовать максимальному ходу подвески, но это касается только внедорожников. Так как при больших кренах кузова колёса автомобиля должны сохранять максимальный контакт с поверхностью дороги для обеспечения лучшего сцепления. Активные стабилизаторы различают по принципу управления на гидравлические и электрические.

Преимущества активных стабилизаторов по сравнению с пассивными:

- уменьшение склонности к крену при прохождении поворота;
- повышение безопасности движения и комфортности езды;
- высокая маневренность и стабильность во всех режимах движения;
- быстрая спортивная управляемость;

- возможность изменять режим движения.

Недостатки:

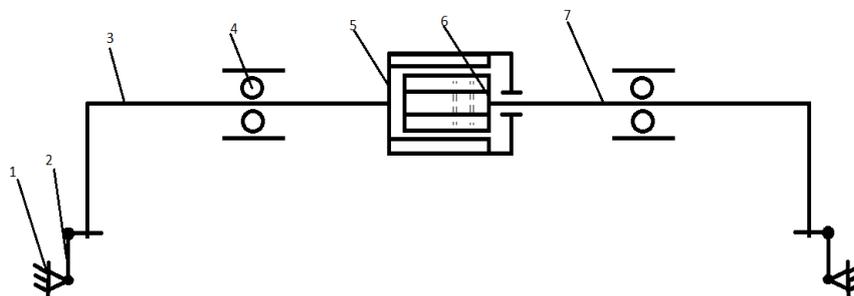
- сложность и высокая стоимость самой системы, её обслуживания и ремонта;

- зависимость от большого количества датчиков;

- более сложный процесс замены.

Активный гидравлический стабилизаторы поперечной устойчивости (рис. 1) состоит из поворотного двигателя и установленных на нём половинок стабилизатора с напрессованными подшипниками качения. Вал и корпус поворотного двигателя соединяются соответственно с одной из половинок стабилизатора. В поворотном двигателе противоположные камеры соединяются друг с другом. Благодаря этому в камерах поддерживается одинаковое давление. В две камеры через специальный соединительный штуцер под давлением подаётся масло. Две другие камеры соединены с помощью возвратного трубопровода с расширительным бачком. Разные давления создают разные силы. В результате возникает крутящий момент, поворачивающий вал относительно корпуса. Так как одна половина стабилизатора соединена с валом, а другая – с корпусом, то и они поворачиваются относительно друг друга. Создаваемый при этом момент оказывает стабилизирующее воздействие на поперечные колебания. Максимальное давление в системе может составлять 180 бар.

Электрический стабилизатор поперечной устойчивости так же, как и гидравлический состоит из двух частей. Посредине он соединён электрическим поворотным двигателем с планетарным механизмом. Это позволяет за доли секунды передать определённый крутящий момент в необходимом направлении на стабилизаторы поперечной устойчивости. При движении по прямой происходит замыкание обеих половинок стабилизатора. При активации поворотного двигателя в зависимости от направления тока поворачиваются обе стойки штанги стабилизатора поперечной устойчивости. Направление тока определяет направление вращения.



**Рис. 1. Кинематическая схема гидравлического активного стабилизатора поперечной устойчивости: 1 – амортизаторная стойка; 2 – стойка стабилизатора; 3 – левая половина стабилизатора; 4 – опорный подшипник стабилизатора; 5 – корпус поворотного двигателя; 6 – вал поворотного двигателя; 7 – правая половина стабилизатора**

Передаточное отношение планетарного механизма равно примерно 1:120. Это позволяет достичь максимального крутящего момента в 750 ньютон-метров.

Каждый из типов активных стабилизаторов имеет свои преимущества и недостатки (см. табл. 1).

Основными неисправностями активных стабилизаторов поперечной устойчивости являются:

гидравлические СПУ:

- выход из строя опорных подшипников стабилизатора из-за ударных нагрузок и отсутствия смазки,
- нарушение герметичности уплотнений внутри поворотного двигателя, что ведёт к перетеканию жидкости в соседние камеры;

электрические СПУ:

- отказ электродвигателя,
- выход из строя опорных подшипников,
- нарушение работы электрических компонентов системы управления.

**Таблица 1 – Преимущества и недостатки гидравлического и электрического активных стабилизаторов**

Тип стабилизатора	Преимущества	Недостатки
Гидравлический	<ul style="list-style-type: none"> <li>- более плавная работа;</li> <li>- отсутствие большого количества электронных компонентов;</li> <li>- меньшая стоимость</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наличие трубопроводов и рабочей жидкости в системе;</li> <li>- зависимость от двигателя автомобиля;</li> <li>- большее время срабатывания</li> </ul>
Электрический	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие трубопроводов и жидкости в системе;</li> <li>- не зависят от двигателя;</li> <li>- весь механизм находится на самом стабилизаторе;</li> <li>- более быстрое срабатывание;</li> <li>- высокая технологичность системы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- более жёсткая работа;</li> <li>- большое количество электронных компонентов</li> <li>- большая стоимость</li> </ul>

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автомобили: Конструкция и элементы расчета / В. К. Вахламов. – М.: Изд. Центр «Академия», 2006.
2. Активная электрическая система стабилизации при крене [Электронный ресурс]. URL: <https://www.newtis.info/tisv2/a/ru/g30-540i-lim/wiring-functional-info/chassis-suspension/electrical-ars/1VnYLJeYV9> (дата обращения 21.11.2019).
3. Электрические схемы и функциональное описание [Электронный ресурс]. URL: [https://www.newtis.info/tisv2/a/ru/f02-750li-xdrive-lim\\_201002/wiring-functional-info/chassis-suspension/dynamic-drive/XgdL80P](https://www.newtis.info/tisv2/a/ru/f02-750li-xdrive-lim_201002/wiring-functional-info/chassis-suspension/dynamic-drive/XgdL80P) (дата обращения 21.11.2019).

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ МЕТОДОМ ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНЫ ДЕТАЛЕЙ**

Каждый день на дорогах России происходят дорожно-транспортные происшествия (ДТП). Одним из результатов ДТП является повреждение транспортного средства (ТС). В результате ДТП кузов может быть повреждён, на его поверхности появляются следы механических воздействий такие как царапины, задиры и другие повреждения.

Деформация – это изменение формы и размеров тела (детали, конструкции) в результате механического воздействия. Наиболее частые виды деформаций – растяжение, сжатие, изгиб, кручение. В зависимости от степени повреждений кузовная деталь требует тех или иных ремонтных воздействий. Набор операций для ремонта и технология их проведения во многом от результатов дефектовки автомобиля, поступившего в ремонт. Дефектовка – это важная подготовительная стадия ремонта. В зависимости от вида и необходимых ремонтных воздействий, на повреждения могут применяться операции рихтовки, вытяжки или выжимки, а в дополнение резка и сварка.

Повреждения кузова автомобиля, возникшие в результате ДТП, разделяются на три категории:

1. **сильные** повреждения, в результате которых необходима замена кузова, так как его восстановление нецелесообразно;
2. **средние повреждения**, приведшие к нарушению геометрии кузова и взаимного расположения точек крепления агрегатов автомобиля;
3. **незначительные повреждения** (разрывы на лицевых панелях, вмятины, царапины, которые ухудшают эстетические качества автомобиля).

Кузовные детали делятся на 3 типа:

1. **Наружные детали** – образуют наружную оболочку кузова и определяют внешний вид автомобиля, и его аэродинамические свойства. Имеют пологую форму без резких изломов.
2. **Внутренние** – усилители наружных панелей, а также детали, образующие каркас кузова или кабины. Внутренние детали должны обладать высокой жёсткостью и точными размерами,

поэтому они имеют сложную форму, характеризующуюся наличием изломов, выштамповок, рёбер жёсткости и пр.

3. **Каркасные** – лонжероны, поперечины основания пола, стойки, распорки усилители и т. п. Каркасные детали берут на себя основные нагрузки от неровностей дороги. Имеют, П-образную (швеллерную) форму, изготавливаются из высокопрочных сталей.

Как правило на новых автомобилях завод-изготовитель предписывает полную замену той или иной кузовной детали автомобиля, что несомненно влияет на эстетические качества автомобиля и снижает его продажную стоимость, а также может снижать коррозионную стойкость кузовной детали.

Неравномерная коррозионная стойкость, а также экономическая нецелесообразность и повреждения не всей площади деталей, а лишь какой-то их части, вызвали необходимость разработать комплекс технологий, которые обеспечили бы восстановление кузовов с достаточной степенью их надёжности (коррозионной стойкости). Одним из направлений в комплексе таких мер выбран метод ремонта кузовов с применением ремонтных вставок.

Основными критериями, которыми должны обладать ремонтные вставки при ремонте кузовов, являются:

1. Линии отделения повреждённых участков деталей от неповреждённых должны выбираться так, чтобы они не пересекали трудноформируемые профили.
2. Были минимальными по геометрическим размерам.
3. Образовывали форму ремонтной детали, которая повторяла контур заменяемой части и не искажала бы геометрической формы и размеров основных деталей.

В пример можно привести изготовление ремонтной вставки на автомобиле ВАЗ-2107 (рис. 1), или на автомобиле ВАЗ-2108 (рис. 2).

При установки ремонтной вставки на автомобиль применяется сварка.

Мастерские, где используют аналогичные заводской технологии сварки встретить можно, но с каждым годом всё сложнее. Дело в том, что при проведении ремонтных работ с использованием сварки необходимо не только соответствующее оборудование, но и использование множества дополнительных материалов. После проведения работ сварной шов также

необходимо защитить, ведь если он останется «как есть» – то быстро будет разрушен. И если на лицевой части детали сделать антикоррозионную обработку не составляет труда, то обеспечить технологический процесс обработки внутренней части достаточно сложно, особенно когда она расположена в закрытой полости.



**Рис. 1. Пример установки ремонтной вставки на стойку «А» правую автомобиля ВАЗ-2107**



**Рис. 2. Пример установки ремонтных вставок на заднюю правую боковину автомобиля ВАЗ-2108**

Именно поэтому нередко случаются случаи, когда через год по сварному шву через краску начинает прорываться ржавчина. Причём косметическим ре-

монтом в описанном случае, отделаться уже не получится – необходима полноценная переделка.

В связи с этим стоит актуальная задача разработки доступной технологии обработки внутренней стороны сварных швов, расположенных в закрытых полостях, которая позволит повысить качество восстановления кузовных элементов, их эксплуатационную надёжность и долговечность.

УДК 656.11 (132)

*В. И. Сарбаев, А. Г. Гусев (Россия, г. Москва, Московский политехнический университет)*

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА В МАЛОМ АВТОБУСНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Филиал индивидуального предпринимателя Иваненко Галины Ивановны в городе Серпухов создан на базе муниципального предприятия ЗАО «Серпуховский Автотранспортник» в 2016 году. Основным видом деятельности филиала предприятия является обеспечение транспортного обслуживания предприятий и организаций, согласно договорам фрахтования, а также удовлетворение потребности в пассажирских перевозках городского сообщения г.о. Чехов, оказание дополнительных услуг (ремонт коммерческого транспорта).

Количество маршрутов обслуживаемых предприятием по договорам фрахтования – 22, количество маршрутов городского сообщения – 2. Парк автобусов предприятия составляет 23 единицы (табл. 1). Большая часть автобусов произведена в 2011-2014 гг.

Исходя из статистических данных, полученных в ходе исследования (таблица 1), можно сделать вывод о том, что большинство отказов приходится на электрооборудование (106 отказов за 1 год).

Для проведения работ предприятие располагает ремонтной зоной, кузовным цехом и мойкой (рис. 1).

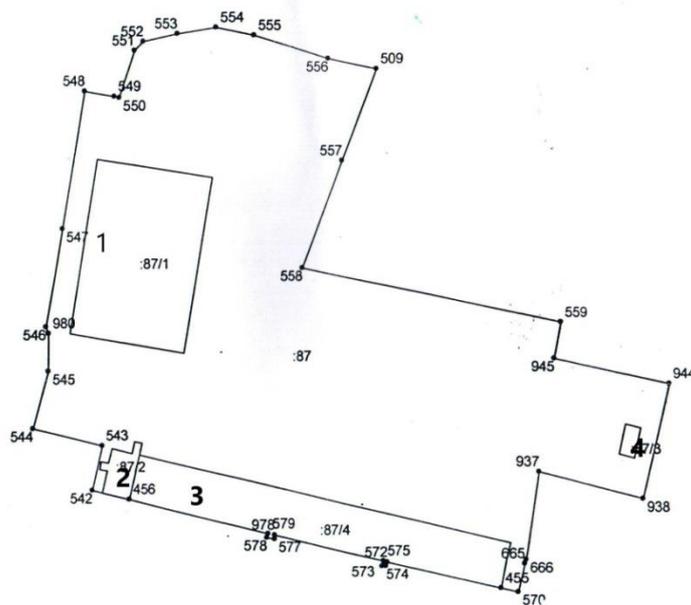
Если при Д-2 и ТО-2 выявляются неисправности, требующие проведения работ ТР, автобус возвращается в зону ожидания и затем поступает в зону ТР.

Согласно положению о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава выполняются следующие виды работ: ежедневное

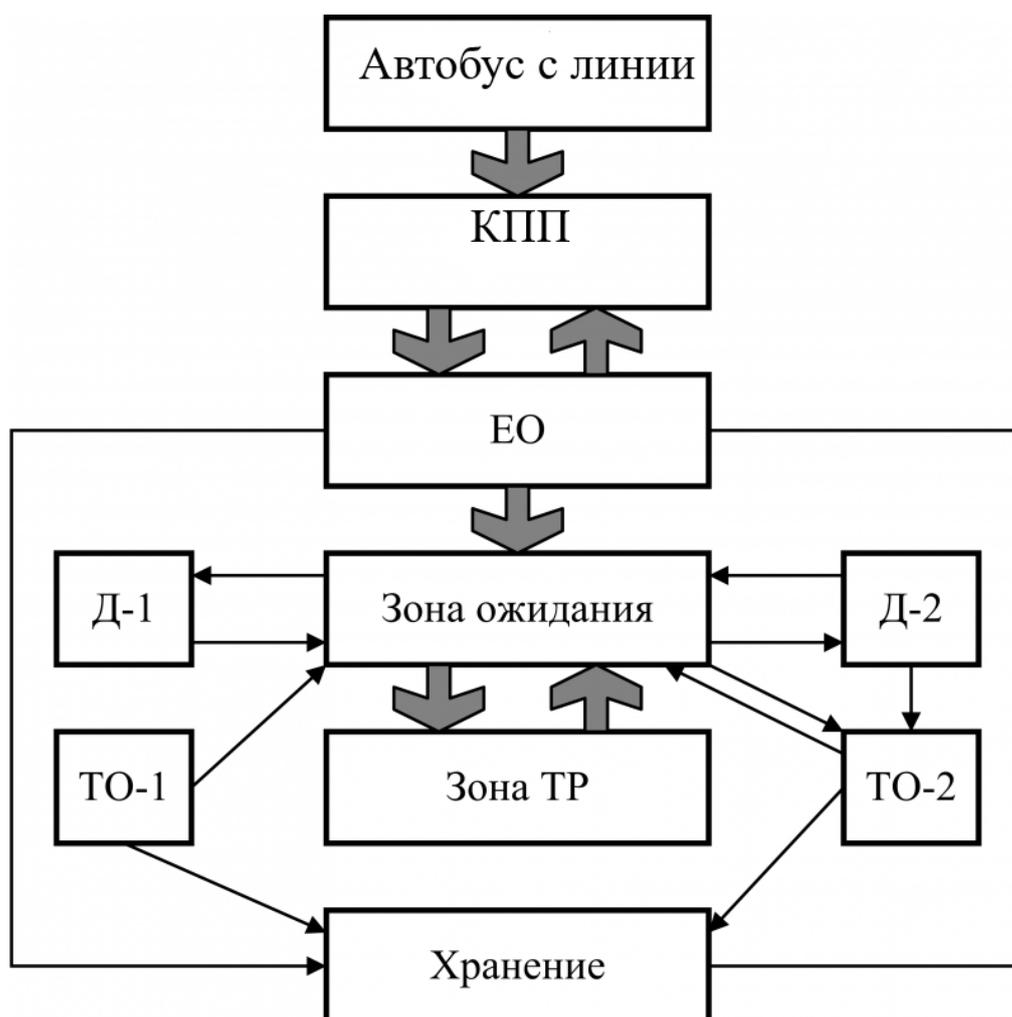
обслуживание включает помывочные работы, общий контроль состояния автомобильной техники, заправка горюче-смазочными материалами.

**Таблица 1 – Структура подвижного состава и структура отказов**

Марка автобуса	Количество автобусов	Количество отказов			
		Двигатель	Рулевая система	Тормозная система	Электрооборудование
<i>Higer-KLQ6119TQ</i>	4	2	11	0	24
<i>Higer-KLQ6129Q</i>	3	0	19	0	36
<i>Golden Dragon XML6127JR</i>	1	0	1	0	9
<i>Golden Dragon XML6129</i>	1	0	0	0	6
<i>Mercedes-Benz Sprinter</i>	3	0	0	0	3
ПА3-320402	6	1	7	23	14
ПА3-320412	3	1	0	11	10
ПА3-3205	4	1	0	5	2
ГАЗ Некст	3	0	0	0	2



**Рис. 1. План предприятия: 1 – ремонтная зона, 2 – административно-хозяйственное здание, 3 – кузовной цех, 4 – мойка**



**Рис. 2. Схема организации ТО и ремонта подвижного состава**

Ежедневное обслуживание осуществляется непосредственно перед выходом автобуса на линию и при въезде на неё после завершения работы;

ТО-1 включает работы по смазке, регулировке, крепежу, производимые без снятия механизмов и их разборки;

ТО-2 в дополнение к комплексу работ ТО-1 включает производство контрольно-диагностических и регулировочных работ большого объёма с частичной разборкой механизмов.

ТО-1 для всех автобусов осуществляется с периодичностью каждые 7500 км, ТО-2 – каждые 15000 км.

На предприятии для каждой транспортной единицы ведётся карточка учёта. Карточка учёта технического обслуживания и ремонта подвижного состава служит для регистрации сведений, относящихся к проведению ТО-1, ТО-2, технического ремонта. Информация, отражённая в карточке учёта, содержит все технические манипуляции, проводимые с техникой за период

от её поступления на техническое обслуживание до окончания работ, а также даёт представление о трудовых затратах, расходе запасных частей, материалов.

Предприятие располагает следующим оборудованием: осмотровые канавы, оборудование для смазки (солидолонагнетатели, гидропробойники), наборы инструментов (универсальные и специализированные), гайковерты инерционные, динамометрические ключи.

Применяемое оборудование: набор инструментов, гайковёрты, измерительные инструменты, станок для балансировки, стенды.

Ежедневное техническое обслуживание производится контролёром четыре раза в рабочую смену, перед выходом и возвращением на линию.

Проверяется: при помощи внешнего осмотра состояние соединения и воздухопроводов воздушного тракта (особое внимание уделяется участку от турбокомпрессора к двигателю); колёса и шины; привод рулевого управления; показания воздушных манометров; действие рабочего, замедлителя (ретардера) и стояночного тормозов, приборов освещения и световой сигнализации; работу стеклоочистителей. Проверяется и при необходимости доводится до нормы уровень масла в картере двигателя, жидкости в системе охлаждения, масла в системе гидроусилителя руля.

Для реализации поставленных задач предприятие располагает следующим кадровым составом: директор, главный инженер, главный бухгалтер, механики по выпуску – 4 чел., слесари по ремонту – 5 чел., водители – 35 чел.

На основании выполненного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Периодичности и состав операций ТО-1, ТО-2 установлен без научного обоснования, без анализа их влияния на надёжность, структуру отказов подвижного состава, и в целом на уровень затрат на поддержание уровня работоспособности подвижного состава;

2. Требуется углубленного анализа уровень технико-эксплуатационных показателей и влияние на них результатов работы технической службы;

3. Обеспеченность предприятия технологическим оборудованием недостаточна. В частности, отсутствуют тормозные стенды, оборудование для регулировки фар и др.;

4. Высокий уровень отказов тормозной системы автобусов ПАЗ, связанный с низким качеством тормозных накладок, требует обратить особое внимание на поиск добросовестных поставщиков запасных частей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кокорев, О. П., Кириллов, А. Г. Состояние и основные направления развития современного автосервиса / Кокорев О. П., Кириллов А. Г. В кн.: ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТРАНСПОРТА. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (с международным участием) Том. 1. Тюмень, Тюменский государственный университет, 2014. – 356 с.
2. Сарбаев, В. И. Схема основного бизнес-процесса сервисного центра [Текст] / Сарбаев В. И., Бородулин В. В., Бугримов В. А. В кн.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств / Материалы XVIII Международной научно-практической конференции 24-25 ноября 2016 г., – Владимир, ВлГУ, 2016. – 374 с.
3. Гришин А. С., Сарбаев В. И. Анализ показателей работы отдела запасных частей предприятия «ТОЙОТА-ЦЕНТР БИТЦА». [Текст] / Гришин Александр, Сарбаев Владимир. В сборнике: Актуальные проблемы технических, экономических, юридических и социальных наук. Москва, 2007. – С. 572-574.

УДК 629.113

*М. С. Шишова, Д. Н. Смирнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### ОБЗОР МЕТОК НА ШИНАХ КОЛЁСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

При выборе нового комплекта покрышек, автовладельцы замечают на поверхности шин различные цветные метки. В интернете можно наткнуться на различные толкования разноцветных знаков на шине, где утверждается, что это сугубо технологическое обозначение или же маркировка бракованного изделия, не прошедшего заводской контроль качества [1].

При этом нужно помнить, что обозначения, нанесённые на поверхность автопокрышки при помощи краски, являются временными при эксплуатации резины. Следовательно, актуальность заложенной в конкретной

метке информации сохраняется до момента монтажа шины на диск автомобильного колеса.

Рассмотрим основные виды цветных меток, наносимых на резину современных колёсных транспортных средств (КТС).

Маркеры жёлтого цвета (рис. 1) в виде небольшого треугольника или пятна диаметром  $5 \div 10$  мм, наносятся производителем на боковую поверхность шины, в самом лёгком её месте, которое определяется в заводских условиях методом балансировки.



**Рис. 1. Маркер в виде жёлтой точки**

Место, помеченное таким образом, во время монтажа следует расположить напротив значка «L», изображённого на диске (лёгкая зона обода), а при его отсутствии – совместить с вентилем накачки (ниппелем). Эти рекомендации позволят максимально уравновесить собранное колесо, что при балансировке потребует меньшего количества компенсирующих грузиков. Понятно, что разница в весе отдельных зон колеса незначительна, а потому актуальность жёлтой точки в результате активной эксплуатации покрышки пропадает ещё до повторного шиномонтажа.

По аналогии с предыдущей меткой, красная указывает на максимально жёсткую, а, следовательно, и тяжёлую зону боковой стенки покрышки. Соответственно, она располагается сбоку, и должна совмещаться с буквой «L» на диске, или же быть расположена напротив ниппеля.

Красные метки (рис. 2) чаще всего имеются на авторезине, поставляемой в качестве первичной комплектации транспортного средства. Здесь следует заметить, что диски из набора оригинальной комплектации имеют маркировку (белая точка), которая должна совмещаться с метками алого цвета. Ещё один нюанс, касающийся вышеупомянутых маркеров.

Водителям, во время монтажа колёс рекомендуется ориентироваться лишь по жёлтым меткам, совмещая их с ниппелем, и игнорировать красные значки, которые предназначены для корректной установки резины на обод в заводских условиях.



**Рис. 2. Маркер в виде красного цвета**

Метка белого цвета в виде окружности (рис. 3), треугольника, ромба или квадрата с цифрой внутри, расположенная на боковине автопокрышки является аналогом знака отдела технического контроля (ОТК), известного обывателям со времен Советского Союза. Его наличие говорит о том, что изделие прошло выходной контроль качества на предприятии, и полностью соответствует заявленным характеристикам. Кроме прочего, данный штамп указывает на конкретного сотрудника компании, несущего ответственность за достоверность произведённого контроля качества готовой покрышки.

Цветные линии на протекторе авторезины (рис. 4) предназначены для идентификации типоразмеров и моделей покрышек, сложенных в стойки или пирамиды на складе. Резина конкретного размера маркируется полосами уникальной расцветки, ширины и расположения, что существенно облегчает складским работникам распознавание нужного изделия в множестве подобных. Кроме того, разноцветные линии служат индикатором, по которому можно определить, прошла ли резина обкатку.



**Рис. 3. Метка на шине в виде белой окружности с вписанной в неё цифрой «17»**



**Рис. 4. Цветные линии на протекторе шине**

Некоторые производители шин наносят на свою продукцию, предназначенную для первичной комплектации автомаркеры в виде круга или точки белого цвета (рис. 5). Место нанесения подобного знака является точкой минимального отклонения радиальной силы. Иными словами, это наиболее гибкое место боковины покрышки. При сборке колеса данный маркер должен быть расположен напротив буквы «L» на диске, либо совмещён с «верхней» отметкой на колесе.



**Рис. 5. Маркер в виде белой точки**

Кроме того, возможны ещё синие и зелёные аналоги меток, однако, как правило, по своему функциональному отличию они повторяют примеры из списка выше. Путаницу вносят производители, которые кроме личной выгоды в виде грамотных рекламных ходов никакой полезности потребителям не несут. Чтобы удостовериться в этом, проконсультируйтесь с продавцом и попросите пояснить обозначение именно этого вида штампа.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Расшифровка цветных меток на шинах. [Электронный ресурс] // URL: <https://wheel-info.ru/tsvetnye-metki-na-shinah.html> (дата обращения 06.06.2019).
2. Вы точно этого не знали: что обозначают цветные метки на шинах. [Электронный ресурс] // URL: <https://zen.yandex.ru/media/oauto/vy-tochno-etogo-ne-znali-chto-oboznachaiut-cvetnye-metki-na-shinah-5b06de1f57906a32e8a6c70b> (дата обращения 06.06.2019).
3. Что означают цветные метки на шинах? [Электронный ресурс] // URL: <https://automotolife.com/services/tsvetnye-metki-na-shinah?clpb=1> (дата обращения 06.06.2019).

УДК 629.113

*М. С. Шишова, Д. Н. Смирнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### СВАП ДВИГАТЕЛЯ

Повысить мощность и производительность автомобиля можно различными способами. Как правило, действия ограничиваются заменой отдельных агрегатов и комплектующих двигателя. Однако возможности тюнинга напрямую зависят от конструктивных особенностей установленного на автомобиле двигателя. Отсюда вытекает наиболее радикальный метод увеличения мощности – СВАП двигателя, говоря простым языком, его полная замена на новый силовой агрегат. Чтобы понять особенности, плюсы и минусы «свапинга», необходимо разобраться в его сущности, специфике выполнения и узаконивания.

В переводе с английского *swap* означает «замена». То есть СВАП двигателя – это установка нового агрегата вместо штатного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) (рис. 1). Причём это может быть как такая же точно силовая установка, так и более мощная.



**Рис. 1. Силовой агрегат – двигатель внутреннего сгорания**

В первом случае замена проводится, как правило, при полном выходе из строя первоначального ДВС на аналогичный, как новый, так и контрактный. Это позволяет избежать длительного и дорогостоящего капитального ремонта, поиска и заказа запасных частей и последующей трудоёмкой их сборки воедино. Нередко полностью поменять мотор выходит не только быстрее, но и дешевле.

Во втором случае на машину устанавливается более мощная модификация её мотора, например, от «заряженной» версии модели, либо вообще посторонний двигатель. Это трудоёмкий процесс, который в большинстве случаев требует проведения и других работ – замены трансмиссии, перепрограммирования электронного блока управления (ЭБУ), прошивки штатной программы управления ДВС. Без этого автомобилю будет крайне сложно, а в большинстве случаев и невозможно реализовать прибавку крутящего момента и мощности.

Особенно сложно проходит СВАП двигателя на машинах с автоматической или роботизированной коробкой переключения передач (КПП). Их перенастройка на новый режим работы нередко просто невозможна, поэтому проще заменить автоматическую КПП на ручную. Однако на практике это может превратиться в очень сложный и затратный процесс.

Чтобы сделать СВАП двигателя нужно выполнить немало обязательных процедур, в особенности если устанавливается абсолютно другой агрегат. В первую очередь нужно удостовериться, что желаемый ДВС можно будет разместить на шасси конкретного автомобиля (рис. 2). После

замера можно выбирать подходящую модификацию двигателя – производители сегодня предлагают довольно широкие модельные линейки моторов, различающиеся своими характеристиками:

- одни изначально обладают большей мощностью;
- с другими проще проводить тюнинг;
- третьи больше по размеру и поэтому просто не поместятся в подкапотное пространство конкретного автомобиля.

При подборе двигателя для СВАПа следует использовать опыт других автомобилистов, которым они делятся в интернете, советы автоэкспертов и продавцов, информацию автопроизводителя.

Далее нужно убедиться, что все крепления, подушки подходят по размерам конкретному автомобилю, достаточно прочные и надёжные. Если крепежи не совпадают, то это может привести к целому комплексу проблем:

- нарушение угла работы приводов – он должен быть не более 3 град. (как для переднего, так и для заднего);
- неровное расположение коробки передач;
- нарушенный цикл смазывания и т.д.



**Рис. 2. Установка ДВС в автомобиль**

Настоятельно рекомендуется избегать контрактных двигателей с повреждёнными, ослабленными креплениями. При нагрузке они могут сломаться, и двигатель всей своей массой упадёт на переднюю ось и систему

рулевого управления. Ослабленные резиновые подушки лучше сразу же заменить – для более тяжёлого двигателя стоит установить более жёсткие полиуретановые.

Нередко для СВАПа двигателя приходится переделывать и масляный поддон, а также устанавливать новое оборудование смазочной системы – датчик давления, маслонасос и т.д. Не меньше хлопот может доставить и замена проводки – для этого лучше использовать специализированные комплекты кабелей и предохранителей, маркированных разным цветом. Также нужно позаботиться о защите проводов в наиболее ответственных местах – там, где высок риск их повреждения, лучше поставить металлические либо резиновые накладки.

Ещё один важный момент по проводке – проложить новые кабели для карбюраторного мотора не составит особого труда, а вот в моделях с электронной системой впрыска придётся подробно изучить её особенности. Для этого рекомендуется использовать официальные руководства для выбранной модели двигателя и для автомобиля. ЭБУ нужно установить таким образом, чтобы защитить его от случайных ударов, но в то же время доступ к нему должен быть достаточно лёгким – после СВАПа двигателя блок управления придётся перенастраивать.

Помимо всего вышеперечисленного, при установке нового двигателя другой модели потребуется сделать следующее:

- проверить совместимость мотора и приборной панели – датчики должны быть совместимы;
- проконтролировать ход троса, открывающего дроссельную заслонку;
- на заднеприводных автомобилях в большинстве случаев требует замены и карданный вал;
- при установке двигателя с электронным впрыском нужно соответствующим образом модифицировать систему подачи топлива;
- модернизировать систему охлаждения с целью повышения её производительности.

Самое главное при СВАПе двигателя – контролировать каждый этап, проверять качество соединений и тестировать работу каждого компонента по отдельности и в совокупности.

Основными преимуществами СВАПа двигателя являются:

- экономия времени и нередко денег в сравнении с капитальным ремонтом;
- возможность увеличения мощности и крутящего момента;
- восстановление ресурса автомобиля;

Есть у этого процесса и ряд определённых минусов:

- трудоёмкость процесса, необходимость переделки большого количества агрегатов и систем;
- при установке более мощного мотора – увеличение массы автомобиля;
- повышение нагрузки на узлы и механизмы;
- сложность выполнения – не на каждой станции технического обслуживания (СТО) автомобилей возьмутся за СВАП двигателя;
- необходимость получения официального разрешения в органах Межрайонного регистрационно-экзаменационного отдела (МРЭО), проведения платных экспертиз.

Таким образом, нужно взвесить все «за» и «против», оценить собственные материальные возможности и необходимость замены двигателя в целом. Если плюсы перевешивают минусы, то нужно позаботиться о выборе подходящей СТО.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Что в автомобильном мире означает словосочетание «СВАП двигателя»? [Электронный ресурс] // URL: <https://auto.today/bok/4667-cto-v-avtomobilnom-mire-oznachaet-slovosochetanie-svap-dvigatelya.html>. (дата обращения: 06.06.2019).

2. Что значит «СВАП» мотора [Электронный ресурс] // URL: <http://krutimotor.ru/svap-dvigatelya-cto-nuzhno-znat/> (дата обращения: 06.06.2019).

**Секция «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОННЫЕ  
СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ»**

УДК 621.436

*А. Ю. Абалев, М. В. Огнев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

**ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ДАВЛЕНИЯ ТОПЛИВА  
В АККУМУЛЯТОРНОЙ СИСТЕМЕ ТОПЛИВОПОДАЧИ  
НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЯ 4ЧВ10,5/12**

Достижение высоких эффективных, экономических и экологических показателей дизелей сельскохозяйственного назначения невозможно без использования современной топливоподающей аппаратуры, в частности, аккумуляторных систем топливоподачи (АСТП). Особенностью АСТП является разделение процессов создания высокого давления топлива и формирования характеристики впрыскивания.

При этом, давление в аккумуляторе АСТП является одной из определяющих совершенство процесса сгорания величин. Поэтому, оценка влияния давления в аккумуляторе АСТП на показатели процесса сгорания является актуальной задачей.

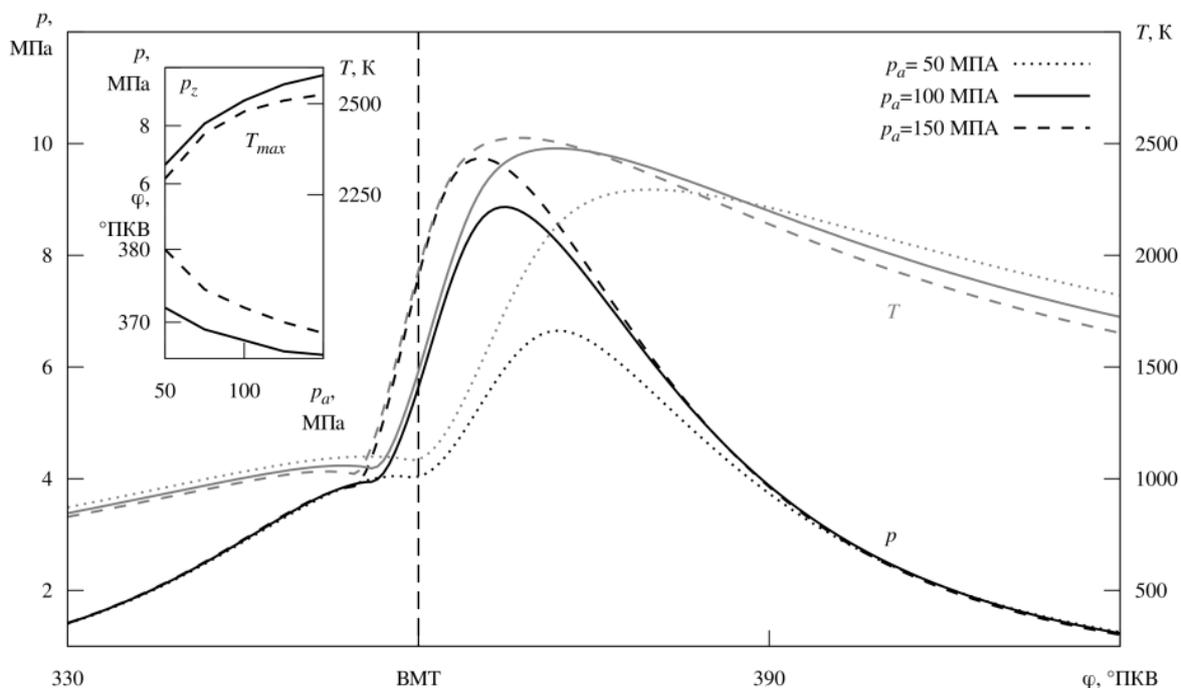
В качестве объекта исследования используется тракторный дизель 4ЧВ 10,5/12 со следующими параметрами:

- номинальная частота вращения коленчатого вала,  $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ ;
- номинальная мощность,  $N_e = 46,7 \text{ кВт}$ ;
- степень сжатия  $\varepsilon = 16,5$ ;
- цикловая подача топлива  $g_c = 50 \text{ мг/цикл}$ .

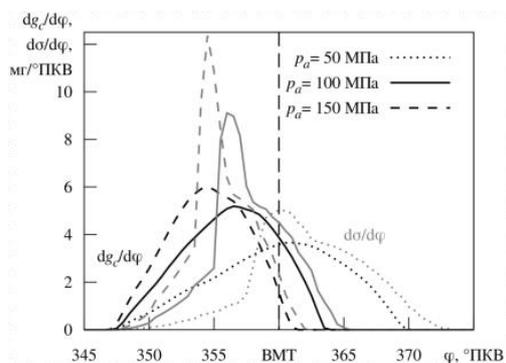
Расчётные исследования влияния изменения давления в аккумуляторе АСТП на показатели рабочего процесса дизеля проводились с использованием программного комплекса *AVL BOOST* для моделирования процессов в топливоподаче [1] и математической модели рабочего цикла дизеля, разработанной на основе методики расчёта процесса тепловыделения [2].

Анализ индикаторных диаграмм (рис. 1) показывает, что увеличение давления впрыскивания с 50 МПа до 150 МПа приводит к росту максимальной температуры цикла  $T_{max}$  на 232 К (с 2294 К до 2526 К) и максимального давления цикла  $p_z$  с 6,65 МПа до 9,74 МПа, соответственно. При этом наблюдается уменьшение угла максимальной температуры цикла  $\varphi_{T_{max}}$  на 11,5 °ПКВ (с 380 °ПКВ до 368,5 °ПКВ) и угла максимального дав-

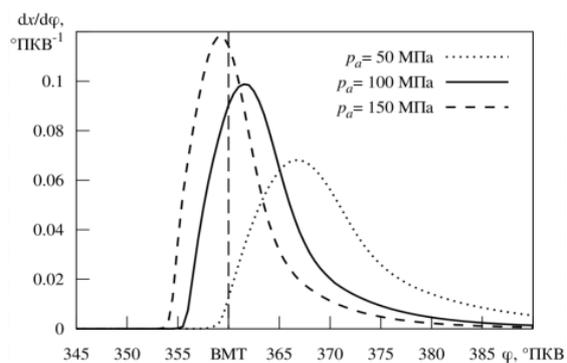
ления сгорания  $\varphi_{pz}$  на 7 °ПКВ (с 372,5 °ПКВ до 365,5 °ПКВ). Это свидетельствует о сокращении периода активного тепловыделения вследствие интенсификации процесса сгорания, что подтверждается совместным анализом дифференциальных характеристик впрыскивания  $dg_c / d\varphi$ , испарения  $d\sigma / d\varphi$  топлива и относительного тепловыделения  $dx / d\varphi$  (рис. 2, 3).



**Рис. 1. Индикаторные диаграммы**



**Рис. 2. Дифференциальные характеристики впрыскивания  $dg_c / d\varphi$  и испарения  $d\sigma / d\varphi$  топлива**



**Рис. 3. Диаграммы относительного тепловыделения**

Увеличение давления топлива в аккумуляторе с 50 МПа до 150 МПа приводит к снижению продолжительности впрыскивания (рис. 2) на 9 °ПКВ (с 23 °ПКВ до 14 °ПКВ, соответственно) с одновременным увеличе-

нием скорости испарения топлива  $d\sigma / d\phi$  на 7,3 мг / °ПКВ (с 5 мг / °ПКВ до 12,3 мг / °ПКВ).

При этом наблюдается высокая синхронность процессов впрыскивания и испарения топлива. Так запаздывание окончания процесса испарения относительно завершения процесса впрыскивания при  $p_a = 50$  МПа составляет 3 °ПКВ, а при  $p_a = 150$  МПа – 1 °ПКВ.

Анализ диаграмм относительного тепловыделения (рис. 3), показывает, что с увеличением давления топлива в аккумуляторе максимальная скорость относительного тепловыделения увеличивается на 0,05 °ПКВ<sup>-1</sup> (с 0,07 °ПКВ<sup>-1</sup> при  $p_a = 50$  МПа до 0,12 °ПКВ<sup>-1</sup> при  $p_a = 150$  МПа). При этом происходит уменьшение угла максимального значения скорости относительного тепловыделения на 5 °ПКВ (с 7 °ПКВ после ВМТ до 2 °ПКВ после ВМТ при  $p_a = 50$  МПа и  $p_a = 150$  МПа, соответственно), что объясняет уменьшение угла максимального давления цикла  $p_z$ . Увеличение интенсивности подтверждается долей теплоты, выделившейся к моменту достижения 390 °ПКВ (рис. 3). При  $p_a = 50$  МПа она составляет 92 %, а при  $p_a = 150$  МПа – 99 %.

Представляет интерес оценка влияния давления топлива в аккумуляторе АСТП на эффективные показатели дизеля, такие, как эффективная мощность  $N_e$  и удельный эффективный расход топлива  $g_e$  (рис. 4).

Анализ данных представленных на рис. 4 показывает, что увеличение давления топлива в аккумуляторе от 50 МПа до 100 МПа приводит к росту эффективной мощности  $N_e$  на 10 % и уменьшению  $g_e$  на 11 %. Дальнейшее увеличение  $p_a$  до 150 МПа приводит к незначительному улучшению эффективных показателей в пределах 1 %.

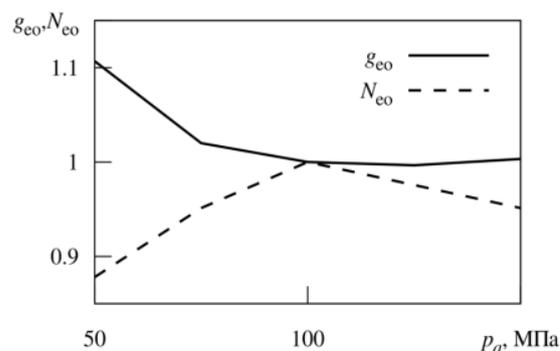


Рис. 4. Эффективные показатели

Выполненные расчётные исследования показывают, что величина давления топлива в аккумуляторе АСТП дизеля оказывает существенное влияние на его эффективные показатели. Это объясняется интенсификацией процесса тепловыделения, вызванного ростом скорости испарения топлива в камере сгорания. Однако, для дизеля сельскохозяйственного назначения, увеличение давления топлива в АСТП более 100 МПа, по-видимому, нецелесообразно, так как не приводит к улучшению мощностных и экономических показателей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абаляев, А. Ю., Огнев, М. В. Влияние конструктивных параметров ЭГФ на дисперсность распыливания топлива // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств. – Владимир. – 2017.
2. Разлейцев Н. Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях. Харьков: Вища школа. Изд-во при харьковском ун-те, 1980. – 169 с.

УДК 629.022

*В. М. Баландин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **О НЕКОТОРЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК АВТОМОБИЛЕЙ**

Современный автомобиль значительно эволюционировал за последние десятилетия. Это привело к появлению принципиально новых автомобилей и их гибридов, которым пророчат светлое будущее и большие перспективы массового внедрения.

Несмотря на развитие автомобилестроения, внедрение ресурсосберегающих технологий двигатель внутреннего сгорания по-прежнему остаётся базовым элементом автомобиля. Энергетическое оборудование автомобиля, которое используется сегодня решает сразу несколько задач.

Во-первых, это снижение выбросов в окружающую среду. Это глобальная проблема и её будет невозможно решить полностью только за счёт автотранспорта, т.к. его доля загрязнений окружающей среды составляет только 32 %, а остальное приходится на промышленность.

Во-вторых, продолжаются попытки найти доступное и возобновляемое топливо. В особом приоритете солнечная энергия. Её много, она экологически чистая, вопрос только в эффективности и рациональности её использования.

Энергетические установки электромобилей малоэффективны и дорогостоящи, т.к. ограничены нынешним развитием технологий и необходимостью создания целой сети вспомогательных конструкций и модулей. В связи с этим самым перспективным вариантом на сегодня выступают так называемые гибридные автомобили, использующие ДВС и подзаряжаемую батарею. Лучшим вариантом здесь считаются гибридные силовые установки (ГСУ), которые выступают работающей альтернативой между нынешним и будущим поколениями автомобилей.

Рассмотрим основные компоненты гибридных энергетических установок автомобилей.

Первичный топливный элемент. Для запуска двигателя внутреннего сгорания чаще всего используют привычный бензин. В Японии и США разработаны альтернативные топливные элементы на основе водородных соединений и аккумуляторов солнечной энергии. Задача номер один здесь – отказаться от сжигания топлива и исключить выбросы в атмосферу.

Тяговый электропривод. Он предназначен для превращения электрической энергии из накопительного элемента во вращающую силу. Также электропривод выполняет функцию генератора используя кинетическую энергию движущегося автомобиля во время торможения превращая её в накопительный заряд аккумулятора. В итоге достигается почти полный и замкнутый цикл энергетического обращения в пределах электронных установок автомобиля.

Трансмиссия. Автомобили последнего поколения, использующие ГСУ, в большинстве своём полностью отказались от механической коробки передач, передав эту функцию тяговому электроприводу, т.к. он обеспечивает высокий крутящий момент и способен регулировать число оборотов без дополнительных приспособлений для этого.

Буферный накопитель энергии (БНЭ). Обеспечивает снабжение электрической энергией тяговый электропривод для приведения в движение транспортного средства. Также сохраняет и запасает энергию, полученную при излишках мощности и рекуперации кинетической энергии автомобиля. Наибольшее распространение получили литий-ионные и алюминий-ионные БНЭ.

Микропроцессорная схема управления. Отвечает за стабильность работы всей ГСУ и выбор оптимальных условий для её работы. Управляет блоками системы по отдельности и качестве единого модуля.

Главным моментом в использовании и обслуживании энергетических установок автомобилей является их зависимость от внешних источников энергии и необходимость подпитки для обеспечения бесперебойного и регулярного цикла использования автомобиля.

Автомобиль сегодня представляет собой комплексную систему оборудования, датчиков, процессоров, которые контролируют безопасность водителя, помогают на дороге, при парковке, маневрах. Самыми известными электронными системами являются следующие:

*ABS*. Предназначена чтобы помочь водителю исключить блокировку колёс в процессе торможения при резком нажатии педали тормоза или уходе в занос. Блок управления не даёт колёсам застопориться, создаёт серию коротких циклов работы тормозных колодок (прижим и отжим), что создаёт достаточные условия, чтобы колёса автомобиля продолжали вращаться. *ABS* ведёт точный контроль за скоростью вращения каждого колеса и в случае замедления вращения одного из них ниже допустимого предела подаёт сигнал снизить тормозное усилие.

*4WS*. Управляет всеми четырьмя колёсами за счёт встроенных рулевых механизмов на задней подвеске. Блок управления считывает данные о скорости передвижения, наклоне руля, положении передних колёс и помогает водителю совершить нужный маневр. При маленькой скорости задние колёса вращаются в противоположном направлении передних, что позволяет маневрировать точно и аккуратно, увеличить чувствительность руля. При высокой скорости задние колёса автоматически поворачиваются в ту же сторону, что и передние, только при меньшем угле наклона, что позволяет контролировать точность и скорость выполнения маневра.

*ACC*. Контролирует скорость движения автомобиля и подстраивает его под общий ритм. Благодаря трехполосному радару *ACC* точно и быстро оценивает расстояние, скорость движения других автомобилей на дороге, просчитывает безопасную дистанцию движения, создает ровные условия для комфортного вождения.

*AGS*. Подбирает оптимальный режим движения и скорость автомобиля путём настройки АКПП. Для этого оцениваются действия водителя с педалью газа. Исключает лишние переключения коробки передач, подбирает оптимальную скорость движения и передачу, помогает избежать пробуксовок.

*ASC*. Предназначена для обеспечения и поддержания устойчивости автомобиля при подъёме или резком начале движения в условиях скользкого дорожного покрытия. Компенсирует и исключает пробуксовки благодаря перераспределению крутящего момента на те колёса, которые должны получить максимальное сцепление с дорогой.

*A-TRC*. Представляет собой более развитую версию *ASC*. Помогает исключить пробуксовки в самых неблагоприятных условиях. Действует по принципу точного определения ведущего колеса, которое буксует и снижает крутящий момент распределяя его для других колёс. Это позволяет

достичь оптимального крутящего момента для всех колёс и получить ровное сцепление с дорогой.

*BA*. Помогает осуществить резкое торможение в экстремальных условиях. Управляет давлением в гидравлике тормозов. Компенсирует недостаточное нажатие на педаль тормоза, делает это быстрее человека. Распознаёт необходимость экстренного торможения скоростью и усилием давления на педаль тормоза.

*DAC*. Предназначена для оказания помощи водителю при движении по крутым склонам и по неровной поверхности с разным углом наклона. Отслеживает скорость вращения и колёс. При условии, что скорость вращения колёс меньше скорости автомобиля *DAC* снижает тормозное усилие водителя и выравнивает скорость спуска авто.

*DBC*. Обеспечивает динамический контроль торможения в экстренной ситуации. Компенсирует силу нажатия педали тормоза и использует весь потенциал тормозной системы для быстрой и безопасной остановки в экстренной ситуации, сокращает тормозной путь.

*DME*. Осуществляет полный контроль за работой и функциями двигателя (впрыск топлива, зажигание, прогрев, контроль числа оборотов). Благодаря большому числу контролируемых датчиков *DME* ведёт регулярный мониторинг всех функций и команд по работе двигателя. Быстро выявляет неполадки и неточности в работе двигателя, использует сохранённые и удачные настройки.

*EBD*. Дополняет работу *ABS* действуя одновременно с ней. Предназначена для контроля и перераспределения тормозной нагрузки между всеми колёсами на одинаковом уровне. Это помогает достичь оптимальных условий для сцепления каждого колеса машины с дорожным покрытием и выполнить торможение плавно и ровно.

Подводя итог представленной информации можно с уверенностью сказать, что энергетические установки и электронные системы автомобилей призваны помочь водителям сделать вождение максимально комфортным и безопасным. Данные системы продолжают развиваться и совершенствоваться, они способны вывести автомобилестроение на новый уровень и решить одну из главных проблем – высокую аварийность на дороге.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ипатов, А. А., Кутенев, В. Ф., Лукшо, В. А., Теренченко, А. С., Хрипач, Н. А. Автотранспорт и экология мегаполисов / А. А. Ипатов, В. Ф. Ку-

тнев, В. А. Лукшо, А. С. Теренченко, Н. А. Хрипач. – М.: Экология. Машиностроение, 2010. – 254 с.

2. Козин, Е. С, Базаров, А. В. Электронные системы управления двигателем и системы безопасности управления автомобилем / Е. С Козин, А. В. Базаров. – Тюмень, 2017. – 130 с.

УДК 629.1.04

*А. О. Веселов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **C-V2X ТЕХНОЛОГИЯ СВЯЗИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

*C-V2X (Cellular V2X)* – это глобальное решение для обмена информацией между транспортным средством и его окружением (*V2X*), которое призвано способствовать повышению безопасности на дорогах, помочь развитию автономного транспорта и повысить эффективность дорожного движения. Это единственная *V2X*-технология, которая соответствует спецификациям признанного во всём мире консорциума *3rd Generation Partnership Project (3GPP)*, развивается с целью поддержки сетей нового поколения *5G* и использует протоколы высшего уровня, утверждённые ведущими представителями автомобильной промышленности, включая Сообщество автомобильных инженеров (*SAE*) и Европейский институт телекоммуникационных стандартов (*ETSI*). Дополняя прочие датчики передовой системы помощи водителю (*ADAS*), такие как радары, лидары и видеокамеры, технология *C-V2X* обладает низким временем задержки в сочетании с увеличенным радиусом действия, повышенной надёжностью и производительностью. Основная задача системы связи – расширение способности автомобиля «видеть и слышать» других участников дорожного движения. Технология *C-V2X* имеет большой потенциал в предотвращении ДТП благодаря высокой производительности, синергии с телематическими системами и эволюционному развитию сетей *5G*. *C-V2X* разрабатывается с акцентом на безопасность и использует проверенные протоколы безопасности для приложений и передачи данных, которые соответствуют требованиям различных сообществ-разработчиков стандартов в сфере автотранспорта, включая *SAE*, *ETSI*, Международную организацию по стандартизации (*ISO*), Институт инженеров электротехники и электроники (*IEEE*) 1609. Следует различать *V2X* взаимодействие в рамках прямой (*V2V, V2P, V2I*) и сетевой связи (*V2N*). Режим прямой связи *C-V2X* впервые

определён в *3GPP Release 14* и предназначен для предоставления *V2V*, *V2I* и *V2P* сервисов без участия сотовой сети, работая на частоте *ITS 5,9 ГГц*. Сетевая связь обеспечивает глобальную связь для услуг *V2N*. В настоящее время *3GPP* работает над дальнейшими усовершенствованиями *C-V2X* в рамках *5G*. В настоящий момент с целью организации *V2X* взаимодействий в мире предлагается использовать наиболее распространённые беспроводные сети, основанные на стандартах *ETSI ITS-G5*, *802.11p (DSRC)* и стандартах *C-V2X (3GPP)*, *4G(3GPP)*, *5G(3GPP)*. На основании решения ГКРЧ № 11-11-01-1 от 2011 года в России выделена полоса радиочастот 5855-5925 МГц для разработки, производства и модернизации юридическими и физическими лицами РЭС интеллектуальных систем на транспорте, в том числе *V2X*.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *CarRealtime Connected Cars*. URL: <https://carrealtime.com/> Retrieved: 05.10.2019.
2. *Tadviser*. URL: [www.tadviser.ru/](http://www.tadviser.ru/) Retrieved: 05.10.2019.
3. *Habr*. URL: <https://habr.com/ru/post/237447/> Retrieved: 05.10.2019.
4. Всё о беспроводных технологиях сотовой связи. [Электронный ресурс]. URL: <https://2g3g4g5g.ru/> (дата обращения 05.10.2019).
5. *Constructeur Automobile Mondial*. URL: <https://www.groupe-psa.com/> Retrieved: 05.10.2019.

УДК 629.1.04

*А. О. Веселов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **DSRC-ТЕХНОЛОГИЯ СВЯЗИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Современные коммуникации *V2V* (автомобиль – автомобиль) базируются на стандартной технологии *DSRC (Dedicated short-range communications)* известной так же как *Wi-Fi* стандарт *IEEE 802.11p*, это технология беспроводной связи, которая позволяет транспортным средствам напрямую связываться друг с другом и другими участниками дорожного движения, не задействуя сотовую или иную инфраструктуру. Каждое транспортное средство отправляет 10 раз в секунду своё местоположение, направление и скорость безопасным и анонимным способом. Все окружающие транспортные средства получают сообщение,

и каждый оценивает риск, налагаемый передающим транспортным средством. Эксперименты показывают, что автомобиль, на котором установлено оборудование V2V со встроенной антенной, может держать уверенную связь с другими автомобилями в радиусе 800 м. Со стационарными объектами до 1000 м. Технология DSRC в Европе была стандартизирована, внедрена и тщательно протестирована для приложений V2X уже более десяти лет. Продукты готовы, и большая экосистема DSRC предоставляет полный набор совместимых решений. Устройства DSRC используют лицензированный спектр частот, специально выделенный для нужд безопасности дорожного движения. Выделенный спектр 75 МГц в диапазоне 5,9 ГГц был выделен для интеллектуальных транспортных систем (ИТС), в частности для технологии DSRC. Ключевое преимущество DSRC заключается в том, чтобы «видеть за угол» (*Non-Line-Of-Sight*), чего ни один другой сенсор не может. DSRC обеспечивает ключевую основу для V2V и V2I, обеспечивая возможность подключения между автомобилями, которые до сих пор никогда не были связаны в крупном масштабе. DSRC может обеспечить общий совместимый стандарт безопасности для транспортных средств, независимо от размера, марки и модели, чтобы помочь избежать аварий, оптимизировать транспортный поток и уменьшить заторы.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

6. *CarRealtime Connected Cars*. URL: <https://carrealtime.com/> Retrieved: 05.10.2019.
7. *Tadviser*. URL: [www.tadviser.ru/](http://www.tadviser.ru/) Retrieved: 05.10.2019.
8. *Habr*. URL: <https://habr.com/ru/post/237447/> Retrieved: 05.10.2019.

УДК 629.1.04

*А. О. Веселов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ V2X**

Развитие автономных и частично автономных транспортных средств требует создания эффективных способов информационной коммуникации как между бортовыми системами автомобилей, так и дорожной инфраструктурой. Системы взаимодействия V2X относятся к новейшему поколению интеллектуальных транспортных систем (англ. *Intelligent Transport*

*System, ITS*). Они включают в себя инструменты и системы *Vehicle-to-Vehicle (V2V)* (взаимодействие автомобиля с автомобилем) и *Vehicle-to-Infrastructure (V2I)* (взаимодействие автомобиля с инфраструктурой). Связь между транспортными средствами (*V2V*) представляет собой беспроводную сеть, в которой автомобили отправляют друг другу сообщения с информацией о том, что они делают, с целью оптимальной организации движения. Эти данные будут включать скорость, местоположение, направление движения, торможение и т.д. *V2V* будет классической ячеистой сетью, то есть каждый узел (автомобиль, интеллектуальный сигнал светофора, радиофицированный дорожный знак и т. д.) мог посылать, принимать и ретранслировать сигналы другим участникам сети. Пять-десять ретрансляций в сети собирали бы информацию об условиях движения на километры вперёд. *V2V* позволит реализовать следующие функции:

- избегание столкновения с впереди следующим автомобилем;
- электронные стоп-сигналы. Резко тормозящий автомобиль сигнализирует о применении экстренного торможения, у всех приближающихся сзади включается сигнал или даже перехват управления автоматикой;
- предупреждение об автомобиле в слепой зоне;
- помощь при смене полосы;
- Предупреждение об опасности обгона (наличие транспортных средств на не просматриваемых участках);
- предупреждение о возможных столкновениях на перекрёстках;
- предупреждение о движении по встречной полосе;
- кооперативный адаптивный круиз-контроль (формирование колонны).

В настоящий момент основными игроками на автомобильном рынке *V2X* являются:

1. *Continental AG (Germany)*;
2. *Qualcomm Inc. (U.S.)*;
3. *Daimler AG (Germany)*;
4. *Delphi Automotive PLC (U.K.)*;
5. *Infineon Technologies AG (Germany)*;
6. *Audi AG (Germany)*;
7. *Intel Corporation (U.S.)*;
8. *NXP Semiconductors N.V. (Netherlands)*;
9. *TOMTOM N.V. (Netherlands)*;

10. *IBM Corporation (U.S.);*
11. *Cisco Systems Inc. (U.S.);*
12. *AT&T Inc. (U.S.);*
13. *Vodafone Group (U.K.);*
14. *Robert Bosch GmbH (Germany);*
15. *NVIDIA Corporation (U.S.);*
16. *Mobileye N.V. (Israel);*
17. *Harman International Industries (U.S.);*
18. *PTC Inc. (U.S.);*
19. *Autotalks Ltd. (Israel);*
20. *Cohada Wireless (Australia).*

Рынок автомобильной связи V2X, по прогнозам, будет расти значительными темпами, согласно исследованиям, рынок V2X оценен в 767,5 млн долларов США в 2017 году и, как ожидается, достигнет 2 815,5 млн долларов США к 2022 году, при среднем значении роста 29,69 % между 2017 и 2022 годами.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *CarRealtime Connected Cars. URL: <https://carrealtime.com/> Retrieved: 05.10.2019.*
2. *Всё о беспроводных технологиях сотовой связи. Электронный ресурс. URL: <https://2g3g4g5g.ru/> (дата обращения 05.10.2019).*
3. *Constructeur Automobile Mondial. URL: <https://www.groupe-psa.com/> Retrieved: 05.10.2019.*
4. *Автомобиль в вопросах и ответах: что? Как? Что такое? Устройство автомобиля. Электронный ресурс. URL: <https://howcarworks.ru/> (дата обращения 05.10.2019).*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОНАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ ГОЛОВКИ ЦИЛИНДРОВ ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЯ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

При расчёте долговечности транспортного дизеля жидкостного охлаждения основное внимание обращают на детали, образующие камеру сгорания (КС), так как при работе поршневого двигателя циклы нагрева и охлаждения головки цилиндров (ГЦ) могут вызвать появление трещин в межклапанных перемычках или в перемычках между отверстием под форсунку и клапанным отверстием. В работе [2] была подробно рассмотрена методика расчёта напряженно-деформированного состояния ГЦ под действием силовых нагрузок. Рассмотрим порядок расчёта теплового состояния ГЦ транспортного дизеля жидкостного охлаждения с учётом нагрева её при работе. Схематично цикл нагружения ГЦ можно представить в виде, показанном на рис. 1.

Заметим, что при определении теплового состояния транспортного дизеля в отличие от тракторного учитываются только режимы: минимальная частота вращения холостого хода и номинальный режим [3, 4]. После разработки трёхмерной модели ГЦ (3D-модель) разрабатываем конечно-элементную модель ГЦ (КЭМ ГЦ) и назначаем граничные условия (ГУ).

Для описания теплового взаимодействия огневой поверхности ГЦ и окружающей среды, используются следующие ГУ [4]:

- *условие I рода* – распределение температуры на огневой поверхности ГЦ:

$$T = T_f(x, y, z), \quad (1)$$



**Рис. 1. Схематичное изображение цикла нагружения головки цилиндров транспортного дизеля**

где  $T_f(x, y, z)$  – заданная на огневой поверхности ГЦ функция температуры, полученная с помощью обработки индикаторной диаграммы или результатов термометрирования ГЦ [1];

- *условие II рода* – плотность теплового потока  $q_0$  через поверхность  $F$  или часть её  $F_2$ :

$$q_0 = -\lambda \frac{\partial T(x, y, z)}{\partial n}, \quad (2)$$

где  $n$  – внешняя нормаль к поверхности тела в точке с координатами  $x, y, z$ .

- *условие III рода* – температура окружающей среды  $T_\infty$  и закон теплообмена  $\alpha$  между средой и огневой поверхностью ГЦ  $F$ :

$$-\lambda \frac{\partial T(x, y, z)}{\partial n} = \alpha(T - T_\infty), \quad (3)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи с окружающей средой на поверхности ГЦ, (Вт / (м<sup>2</sup> · К));  $T, T_\infty$  – температура в определённой точке огневой поверхности ГЦ и температура окружающей среды над этой точкой, °К;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала поршня (Вт / (м · К)).

Для построения 3D-модели по чертежу и КЭМ используем программы твердотельного моделирования (*SolidWorks, Catia, Pro/Engineer* и др.).

При построении КЭМ необходимо использовать густую расчётную сетку и уменьшенные КЭ в сечениях перехода, например в межклапанных перемычках или в перемычках между отверстием под форсунку и клапанным отверстием ГЦ. Размер стороны КЭ выбирается из условия обеспечения требуемой точности вычисления и затрат машинного времени.

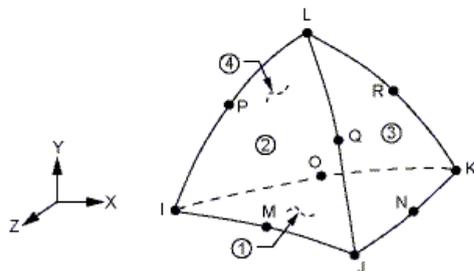


Рис. 2. Исопараметрический 10-ти узловой КЭ в виде тетраэдра

При определении теплового состояния ГЦ может использоваться как 4-х узловой, так и 10-узловой изопараметрический КЭ в виде тетраэдра, показанный на рис. 2. Второй КЭ позволяет наиболее точно описать распределение температуры и перемещений в узловых точках КЭМ ГЦ [1].

Поскольку теплофизические характеристики материала ГЦ зависят от температуры, то при расчётах используют справочные данные.

Для определения численного значения коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  на огневой поверхности ГЦ в качестве исходного уравнения используется критериальное уравнение Г. Вошни [4]:

$$\alpha_{\text{Вошни}} = 127,9 D^{-0,2} T_{\infty}^{-0,53} p^{0,8} \left[ C_m C_1 + C_2 \frac{V_h T_a}{p_a V_a} (p - p_0) \right], \quad (4)$$

$$\text{если выражение } 2C_1 C_m \left( \frac{V_c}{V_{\varphi}} \right)^2 C_3 \geq C_2 \frac{V_h T_a}{p_a V_a} (p - p_0),$$

$$\text{то } \alpha_{\text{Вошни}} = 127,9 D^{-0,2} T_{\infty}^{-0,53} p^{0,8} \left[ C_m C_1 \left( 1 + 2 \left( \frac{V_c}{V_{\varphi}} \right)^2 C_3 \right) \right]^{0,8}.$$

Здесь в уравнении  $C_1 = 6,18 + 0,417 C_u / C_m$  – для процессов газообмена;  $C_1 = 2,28 + 0,308 C_u / C_m$  – для процессов сжатия-сгорания-расширения;  $C_2 = 0,00324$  – для дизелей с непосредственным впрыскиванием, (м / (с · К));  $C_3 = 1 - 1,2 \exp(-0,65 \alpha_B)$ .

Кроме того, при определении коэффициентов теплоотдачи для деталей, окружающих камеру сгорания,  $\alpha$  рекомендуется [5] использовать также зависимость Г. Хохенберга:

$$\alpha_{\text{Хохенберг}} = C_1 V_{\varphi}^{-0,06} T_{\infty}^{-0,4} p^{0,8} (C_m + C_2)^{0,8}, \quad (5)$$

где  $C_1 = 130$  и  $C_2 = 1,4$ .

В формулах (4) и (5)  $T_a$  – температура рабочего тела в начале такта сжатия, К;  $D$  – диаметр цилиндра, м;  $p, p_0, p_a$  – текущее давление в цилиндре, окружающей среды и начала сжатия, бар;  $C_m$  – средняя скорость поршня, м/с;  $V_a, V_c, V_{\varphi}, V_h$  – объём цилиндра в начале такта сжатия, сгорания, а также текущий и рабочий объём цилиндра, м<sup>3</sup>;  $\alpha_B$  – коэффициент избытка воздуха;  $C_u / C_m$  – отношение тангенциальной скорости вращающегося заряда к средней скорости поршня.

Поскольку и формула Вошни и Хохенберга не позволяет получить удовлетворительные результаты, то по предложению Р. З. Кавтарадзе [5] хорошее совпадение значений  $\alpha$  с экспериментальными данными могут быть получены при использовании среднеарифметических их значений:

$$\alpha = (\alpha_{\text{Вошни}} + \alpha_{\text{Хохенберг}}) / 2. \quad (6)$$

После создания 3D-модель ГЦ, определения физико-механических свойств материала ГЦ и ГУ и построения КЭМ по предложенном на рис. 1 циклам нагружения можно переходить к решению нестационарной задачи теплопроводности.

При работе на неустановившихся режимах, тепловое состояние ГЦ изменяется во времени в зависимости от наброса или сброса нагрузки (см. рис. 1 – схему нагружения). В связи с этим задача определения поля температур в отдельных точках в определенные текущие моменты времени связана с решением уравнения теплопроводности, которое при постоянных теплофизических характеристиках материала это уравнение имеем вид [1]:

$$\nabla^2 T + \frac{Q}{\lambda} = \frac{1}{a} \frac{\partial T}{\partial \tau}, \quad (7)$$

где  $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$  – оператор Лапласа;  $a = \lambda / (\rho c)$  – температуропроводность материала ГЦ;  $T$  – температура ГЦ в точке;  $\rho, c, \lambda$  – соответственно плотность, теплоёмкость, теплопроводность материала;  $\tau$  – время;  $Q$  – количество теплоты, выделяющейся в единице объёма в единицу времени внутренними источниками теплоты (при их наличии).

Используя МКЭ, узловые температуры КЭМ модели поршня определим после решения системы дифференциальных уравнений [1]:

$$[C] \frac{\partial \{T\}}{\partial t} + [K] \{T\} + \{F\} = 0 \quad (8)$$

где  $[C]$  – матрица теплоёмкости КЭМ;  $[K]$  – матрица теплопроводности КЭМ;  $\{F\}$  – вектор тепловой нагрузки КЭМ.

Для решения системы дифференциальных уравнений (8) относительно неизвестных узловых значений температуры  $T$  используем конечно-разностное решение, которое заключается в приближенной замене частной производной по времени в уравнении (7) её конечно-разностной схемой.

Выбрав какой-либо шаг расчёта по времени  $\Delta \tau = \tau_1 - \tau_0$  ( $\tau_1, \tau_0$  – начальный момент времени и время первого шага расчёта соответственно), в средней точке интервала получим:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{T_1 - T_0}{\Delta \tau}, \quad (9)$$

$$\text{или } \frac{\partial \{T\}}{\partial \tau} = \{\dot{T}\} = \frac{1}{\Delta \tau} (\{T\}_1 - \{T\}_0), \quad (10)$$

где  $T_0, T_1$  – температура в начальный момент времени и после первого шага расчёта соответственно.

Так как  $\{\dot{T}\}$  вычисляется в средней точке временного интервала, в этой точке также должны быть вычислены  $\{T\}$  и вектор тепловой нагрузки  $\{F\}$  (обозначены как  $\{T\}^*$  и  $\{F\}^*$ ). Эти величины определяются по приближенным формулам:

$$\{T\}^* = \frac{1}{2} (\{T\}_1 - \{T\}_0) \quad \text{и} \quad \{F\}^* = \frac{1}{2} (\{F\}_1 - \{F\}_0) \quad (11)$$

Основное уравнение для расчёта температур запишем в виде:

$$\frac{1}{\Delta \tau} [C] \{T\}_1 - \frac{1}{\Delta \tau} [C] \{T\}_0 + \frac{1}{2} [K] \{T\}_1 + \frac{1}{2} [K] \{T\}_0 + \{F\}^* = 0 \quad (12)$$

Преобразуем выражение (12) к виду

$$\left( [K] + \frac{2}{\Delta \tau} [C] \right) \{T\}_1 = \left( \frac{2}{\Delta \tau} [C] - [K] \right) \{T\}_0 - 2\{F\}^* \quad (13)$$

Вектор-столбец  $\{F\}^*$  содержит известные параметры: следовательно, его можно вычислить до решения уравнения (13). Выражения в скобках в формуле (13) требуют вычисления на каждом шаге расчёта, поскольку свойства материала являются функциями температуры [1].

Для решения нестационарной задачи теплопроводности сначала решаем стационарную задачу. Узловые температуры КЭМ в начальный момент времени  $\tau_0$  определяются после решения системы линейных уравнений [1]:

$$[K] \{T\} = \{F\}. \quad (14)$$

При решении нестационарной задачи теплопроводности определяется распределение температуры в ГЦ в течение цикла нагружения.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Глинкин, С. А. Исследование и прогнозирование долговечности поршней двигателей внутреннего сгорания: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.02. Владимир, 2010.
2. Гоц, А. Н., Клевцов, В. С. Методика расчёта теплового и напряжённого состояния головки цилиндра транспортного дизеля жидкостного охлаждения // Известия МГТУ «МАМИ» Транспортные машины, транспортно-технологические средства и энергетические установки. № 1 (39). 2019. С. 2-8.
3. Гоц, А. Н., Иванченко, А. Б., Прыгунов, М. П., Французов, И. В. Моделирование теплонапряжённого состояния головки цилиндров тракторного дизеля воздушного охлаждения // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6-5. – С. 1061-1067.
4. Гоц, А. Н., Глинкин, С. А. Прогнозирование долговечности поршней двигателей внутреннего сгорания: монография // Saarbrücken: LAPLAM-BERTAcademicPublishing. 2017. – 149 с.
5. Кавтарадзе, Р. З. Локальный теплообмен в поршневых двигателях. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2016. – 516 с.

УДК 621.431.7-71

*С. Г. Драгомиров (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

*М. С. Драгомиров, П. И. Эйдель, А. Ю. Гамаюнов, И. В. Кулешов (Россия, ООО «НТЦ «АвтоСфера» при ВлГУ», г. Владимир)*

#### **НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ФИЛЬТРАЦИИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ В АВТОТРАНСПОРТНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ**

В области систем жидкостного охлаждения автотранспортных поршневых двигателей критически острой проблемой является загрязнение охлаждающей жидкости (ОЖ) и системы в целом. Эта проблема существует с момента появления систем жидкостного охлаждения, но, к сожалению, она до сих пор эффективно не решена в современной автоиндустрии, т.к. применяемые до последнего времени технологии и устройства очистки

ОЖ в процессе эксплуатации двигателей не соответствуют современным постоянно возрастающим требованиям.

Структурные и конструктивные усложнения системы жидкостного охлаждения (СЖО) современных автотранспортных поршневых двигателей при одновременном повышении требований к её надёжности и теплоотводящей функции в процессе непрерывного форсирования двигателей, предъявляют повышенные требования к чистоте ОЖ и системы охлаждения. Неизбежность загрязнения СЖО двигателей (особенно тяжелонагруженных) и отсутствие на сегодняшний день эффективных научно-технических решений в этой области обуславливают необходимость новых подходов и инновационных решений для фильтрации ОЖ автотранспортных двигателей.

Статистические данные по эксплуатации автотранспортной техники показывают, что от 25 до 40 % неисправностей и отказов двигателей приходится на СЖО [1, 2]. Чаще всего неполадки в системе охлаждения появляются уже после 150...200 тыс. км пробега автомобиля.

Практически все неисправности и отказы системы охлаждения и её элементов вызваны частицами загрязнений, циркулирующими с ОЖ в системе, которые затем превращаются в отложения на стенках теплопередающих поверхностей и в проточных каналах системы.

В связи с этим, за рубежом фильтры ОЖ (ФОЖ) устанавливаются более 70 лет на некоторые модели двигателей, работающих в тяжёлых эксплуатационных условиях (магистральные тягачи, тяжёлые грузовики, карьерные самосвалы, строительно-дорожные машины, промышленные и сельскохозяйственные тракторы и т.п.) Производителями таких фильтров являются фирмы *Fleetguard*, *Donaldson*, *Baldwin*, *Hengst*, *WIX* и др.

Все выпускаемые на сегодняшний день зарубежные ФОЖ, по сути, являются несколько модифицированными аналогами традиционных масляных фильтров [1, 3]. Такие ФОЖ устанавливаются на специальное посадочное место (аналогично масляному фильтру) в блоке двигателя. В зоне этого посадочного места в блоке двигателя выполнен канал для подвода и отвода ОЖ. Следует отметить, что этот канал является байпасным, т.е. через него проходит только около 10 % (по данным производителей) всего теплоносителя, подаваемого насосом.

В качестве вещества специальных присадок, находящихся в виде гранул в корпусе фильтра, различные фирмы используют разные составы.

В процессе работы фильтра эти гранулы медленно растворяются в антифризе, восстанавливая и улучшая его физико-химические свойства [3-5].

По нашим данным (эксперименты и компьютерное моделирование) через подобные ФОЖ пропускается менее 1 % от всего основного потока ОЖ, что объясняется особенностями конструкции фильтров. Такая крайне малая пропускная способность этих фильтров является причиной их низкой эффективности. Можно уверенно полагать, что подобные фильтры не столько выполняют функцию фильтрации, сколько служат в качестве носителей описанных присадок для улучшения физико-химических свойств антифризов.

Кардинальным решением проблемы фильтрации ОЖ и поддержания в чистоте СЖО может быть установка высокоэффективного, надёжного, простого и недорогого фильтра охлаждающей жидкости.

Для обеспечения новых, инновационных подходов к проблеме фильтрации ОЖ в условиях эксплуатации, необходимо рассмотреть в целом возможности установки фильтров в различных точках системы охлаждения современного автотранспортного средства.

В качестве примера приведена упрощённая схема системы охлаждения двигателя (рис. 1) современного автотранспортного средства, включающей предпусковой подогреватель (типа *Webasto*, *Eberspacher* и др.).

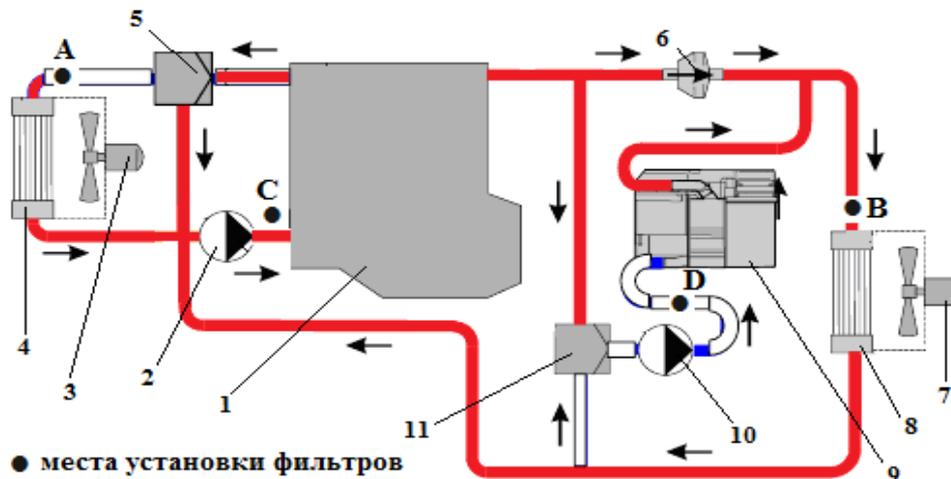


Рис. 1. Схема типичной системы охлаждения современного автотранспортного двигателя с установленным предпусковым подогревателем: 1 – двигатель; 2 – жидкостный насос СЖО двигателя; 3 – вентилятор обдува основного радиатора; 4 – основной радиатор двигателя; 5 – термостат СЖО двигателя; 6 – обратный клапан; 7 – вентилятор обдува радиатора отопителя салона; 8 – радиатор отопителя салона; 9 – предпусковой подогреватель; 10 – жидкостный насос предпускового подогревателя; 11 – термостат предпускового подогревателя

При этом возможности установки фильтра (даже без учёта плотности компоновки моторного отсека) довольно ограничены. Принципиально его целесообразно устанавливать в следующих точках (местах):

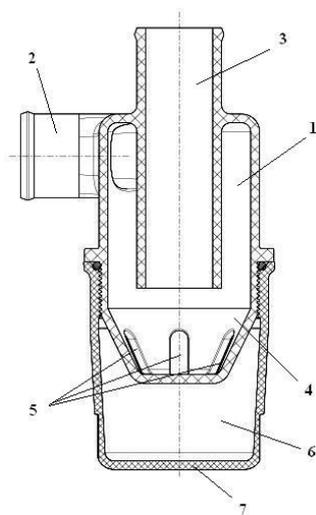
- **A** – перед основным радиатором двигателя (для защиты радиатора от загрязнений);
- **B** – перед радиатором отопителя салона;
- **C** – после жидкостного насоса системы охлаждения (в том случае, если насос не встроен в блок двигателя, а выполнен в виде отдельного агрегата);
- **D** – после жидкостного насоса предпускового подогревателя (насос, как и подогреватель, выполняется в виде отдельного агрегата).

Установка фильтров на входе в жидкостные насосы невозможна, т.к. в этом случае существенно изменятся характеристики насоса и заметно упадёт его производительность. Это недопустимо.

Другие радиаторы, входящие в СЖО – охлаждения моторного и трансмиссионного масла, надувочного воздуха, рециркулируемых отработавших газов и т.п. – не несут критически важных функций и их защита от загрязнений может условно считаться второстепенной задачей.

На кафедре «Тепловые двигатели и энергетические установки» ВлГУ в течении последних 5 лет были проведены НИОКР по созданию высокоэффективных инновационных устройств фильтрации ОЖ. Часть разработок защищена патентами на изобретения (патенты РФ № 2 552 547, 2 625 891), готовятся другие заявки для патентования.

Одним из перспективных технических решений является создание оригинального гидроциклонного фильтра-сепаратора охлаждающей жидкости (рис. 2).



а)



б)

**Рис. 2. Схема гидроциклонного фильтра-сепаратора (а) для очистки ОЖ (патент РФ № 2 625 891) и внешний вид (б) фильтра, выпускаемого ООО «НТЦ «АвтоСфера» при ВЛГУ»: 1 – вихревая рабочая камера; 2 и 3 – входной (тангенциальный) и выходной (осевой) патрубки; 4 – конусный улавливающий элемент; 5 – улавливающие отверстия; 6 – полость грязесборника; 7 – корпус грязесборника**

Гидроциклонные фильтры-сепараторы (ГФС) обладают целым рядом принципиальных достоинств: высокой производительностью и непрерывностью работы; предельно простой конструкцией, не содержащей подвижных элементов; отсутствием собственно фильтрующего элемента (тканевого, картонного, синтетического и т.п.) как такового; низкой стоимостью; высокой эффективностью; практически неограниченным сроком службы; повышенной надёжностью даже при тяжёлых условиях эксплуатации (высокие давления и температуры потоков, наличие агрессивных сред и т.п.), лёгкостью установки фильтра на автотранспортном средстве (как в производстве, так и в эксплуатации).

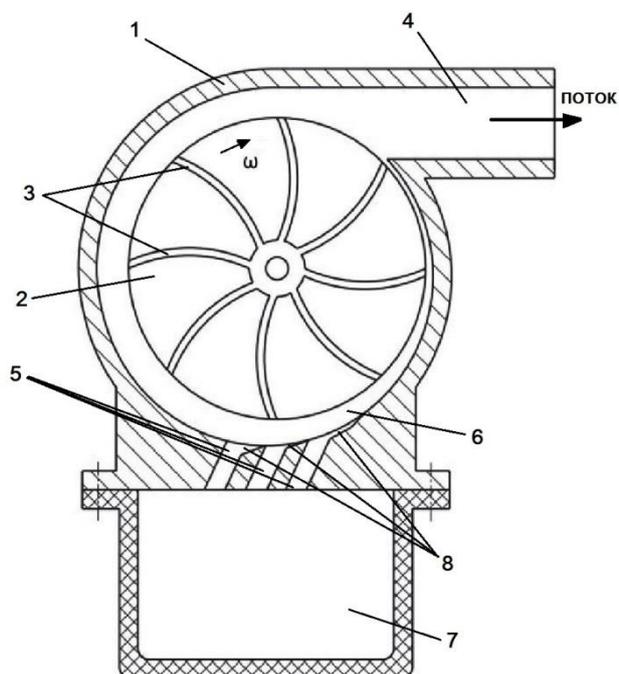
Данное техническое решение обладает всеми вышеуказанными принципиальными конструктивными и технологическими достоинствами гидроциклонных устройств при существенном сокращении габаритов конструкции по сравнению с классическим гидроциклоном.

Однако следует отметить, что при всех вышеуказанных достоинствах разработанного ГФС, часто он с трудом устанавливается (или вообще не устанавливается) на современных автотранспортных средствах из-за плотной компоновки узлов и агрегатов в моторных отсеках. Кроме этого, на

мощных двигателях тяжёлой техники из-за больших расходов ОЖ такие фильтры имеют слишком большое сопротивление (даже в специальных модификациях для таких двигателей).

Поэтому в качестве другого инновационного решения был создан центробежный фильтр-сепаратор ОЖ оригинальной конструкции (положительное решение о выдаче патента по заявке № 2017105992/06(010637)), схематично представленный на рис. 3.

**Рис. 3. Схема разработанного центробежного насоса-сепаратора: 1 – корпус насоса; 2 – рабочее колесо насоса; 3 – лопасти рабочего колеса; 4 – выходной патрубок; 5 – улавливающие отверстия; 6 – внутренняя рабочая полость насоса; 7 – грязесборник; 8 – специальные лунки**



Конструктивно такой центробежный насос-сепаратор состоит из ёмкости для сбора загрязнений, расположенной снаружи корпуса насоса и сообщающейся с внутренней полостью насоса с помощью улавливающих пазов (окон) в стенке направляющего аппарата насоса. Частицы загрязнений, находящиеся в потоке, за счёт центробежных сил в зоне вращающейся крыльчатки будут отбрасываться на периферию (на стенку) направляющего аппарата насоса и далее, через специально выполненные улавливающие пазы в стенке, будут поступать в грязесборник, где и останутся до очистки грязесборника при техническом обслуживании.

Данное техническое решение обладает рядом преимуществ – эффективностью очистки жидкости, конструктивной простотой и технологичностью, компактностью конструкции. Это техническое решение не содержит

подвижных деталей и позволяет придать насосу вторую функцию (кроме функции перекачивания жидкости) – очистки потока жидкости от твёрдых частиц загрязнений путём использования поля центробежных сил насоса для сепарации твёрдых частиц загрязнений из потока.

Проведённые нами исследования показали, что напорно-расходная характеристика насоса остаётся неизменной при выполнении в стенке корпуса улавливающих отверстий.

Применение насоса с функцией очистки жидкости (центробежного насоса-сепаратора) позволит повысить эффективность и надёжность систем охлаждения двигателей различного назначения (автомобилей, автобусов, тракторов, с/х техники др.).

Таким образом, устройства фильтрации ОЖ, разработанные на основе новых подходов к очистке теплоносителя в СЖО, позволяют повысить технический уровень автотранспортных двигателей путём увеличения надёжности систем охлаждения.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Hudgens, R. D., Hercamp, R. D. SAE Technical Paper Series. An Overview of Onboard Coolant Filtration for Heavy Duty Diesel Engines – 2014. – 16 pp.*
2. *Saur, R., Leu, P., Lemberger, H., Huemer, G. Kennfeldgesteuertes Temperaturregel system fur Motorkuhlkreislaufe // MTZ. – 1996. – 57, № 7-8. – pp. 424 – 428.*
3. Защита системы охлаждения / Проспект компании *Baldwin Filters Inc.*, 2016. – 2 с., ил.
4. Руководство по продуктам для системы охлаждения. – *Cummins Filtration*, 2009. – 8 с., ил.
5. *Engine Liquid Filtration Guide. – Minneapolis: Donaldson Company Inc.*, 2014. – 156 pp.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКАЧЕСТВЕННОГО БЕНЗИНА АИ-92-К5 НА ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В качестве исходной информации для аналитического исследования использовались результаты анализа 4 образцов нефтепродуктов проведённых специалистами ЦЗЛ ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» в сентябре 2017 года.

Во всех образцах было выявлено несоответствие автомобильному бензину марки АИ-92-К5 ГОСТ Р 51105-97 установленным нормам качества по следующим показателям: содержание серы; массовая доля кислорода; объёмная доля метанола; фракционный состав: объёмная доля испарившегося бензина, при температуре 70 °С (Таблица 1).

**Таблица 1 – Результаты анализа неэтилированного бензина марки Регуляр-92 (АИ-92-К5)**

Наименование показателей	Нормы ГОСТ Р 51105-97	Проба №1 Бензовоз объёмом 5400 л	Проба №2 Стационарная ёмкость объёмом 11700 л
1	2	3	4
Массовая доля серы, мг/кг, не более	10	85	55
Объёмная доля бензола, %, не более	1,0	1,5	0,25
Объёмная доля оксигенатов, %, не более:			
– метанола	отсутствие	более 15	более 15
– этанола	5	менее 0,17	менее 0,17
– изопропанола	10	менее 0,17	менее 0,17
– изобутанола	10	3,75	4,14
– третбуанола	7	менее 0,17	менее 0,17
– эфиров, содержащих 5 или более атомов углерода в молекуле			
– других оксигенатов (с температурой конца кипения не выше 210 °С)	15	4,06	0,38
	10	менее 0,17	менее 0,17
Массовая доля кислорода, %, не более	2,7	Более 3,7	более 3,7

Объёмная доля углеводородов, %, не более:			
- олефиновых	18,0	1,44	2,54
- ароматических	35,0	9,53	11,4
Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	725-780	742	753
Давление насыщенных паров, кПа	60-98	85	80
Фракционный состав: объёмная доля испарившегося бензина, %, при температуре:			
70 °С	15-50	61,7	56,2
100 °С	40-70	75,1	65,2
150 °С	75	93,7	86,8
Температура конца кипения, °С, не выше	215	183	205

Рассматривая влияние отдельных компонентов топлива на работу двигателя, можно сделать следующие утверждения:

1. Повышенное содержание серы в топливе не оказывает отрицательного воздействия на работу двигателя, однако повышает экологическую опасность отработавших газов и их коррозионную активность.

2. Повышенное содержание объёмной доли кислорода является следствием наличия в топливе запрещённого метанола  $CH_3OH$ , химическая формула которого содержит кислород. Ограничение в действующем стандарте на содержание объёмной доли кислорода составляет не более 2,7 %. В пробах всех исследуемых образцов эта величина составила более 3,7 % и далее не определялась. Таким образом, её истинное значение не известно.

Следует отметить, что одной из причин ограничения содержания кислорода является снижение теплотворной способности топлива на единицу его массы, то есть уменьшения количества получаемой энергии при сжигании топлива. В процессе эксплуатации автотранспортных средств это ведёт к увеличенному расходу топлива.

3. Наличие введенного в состав исследуемых бензинов метанола объясняется стремлением обеспечить требуемое октановое число. В соответствии с действующим стандартом наличие метанола в топливе не допускается. Во всех исследуемых пробах величина объёмной доли метанола составила более 15 % и как в случае с содержанием кислорода, далее не определялась. Таким образом, её истинное значение также не известно.

Одной из причин запрета применения метанола в топливе является его хорошая растворимость в воде (гидрофильность). Это может приводить к расслоению топливной бензино-метанольной смеси в баках автотранспортных средств. Склонность к расслоению усиливается с понижением температуры, увеличением концентрации воды и уменьшением содержания ароматических соединений в бензине. По данным источника попадание 1 % воды в смесь бензин-метанол (85 % / 15 %) приводит её к устойчивому расслоению уже при температурах окружающей среды от +10 °С и ниже [1].

По данным того же источника для стабилизации бензино-метанольных смесей в качестве присадки используется изопропанол и изобутанол, однако их количественное содержание (менее 0,17 % и 3,75-4,19 %, соответственно) в исследуемых образцах топлива является не достаточным для уверенной стабилизации смеси бензин-метанол. По данным литературы необходимо 25 % [1]. Это указывает на высокую вероятность расслоения смеси в процессе эксплуатации.

Следует отметить, что при фактической эксплуатации автотранспортных средств не представляется возможным полностью исключить попадание влаги в систему питания двигателей. Поэтому, в современных бензинах в качестве аналога метанола применяют Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) нерастворимый в воде.

Можно предположить, что в процессе эксплуатации автотранспортных средств с достаточной долей вероятности произойдёт расслоение смеси и в двигатель будет поступать топливо не соответствующего октанового числа и фракционного состава. Соответственно работа двигателя на таком топливе становится неустойчивой. В качестве возможных последствий следует назвать: затруднённый или невозможный пуск двигателя, потерю мощности, детонацию, изменение теплового состояния деталей двигателя с их возможным последующим разрушением от воздействия нерасчётных тепловых нагрузок.

Перечисленные выводы о влиянии превышенного содержания серы, кислорода и метанола в составе топлива находят подтверждение в натуральных результатах сравнительных испытаний двигателей автомобилей с применением топлива соответствующего стандарту и топлива с большим содержанием метанола (14,9 %) проведённого журналом «За рулём» в 2015 году [2].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Октаноповышающие добавки. С. Н. Онойченко, В. Е. Емельянов, Н. В. Богомолова, Е. В. Александрова, ОАО «ВНИИ НП», г. Москва. [Электронный ресурс]. URL: [http://newchemistry.ru/letter.php?n\\_id=1605](http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=1605) (дата обращения 10.10.2019).
2. Чем грозит мотору дешевый 95-й бензин. Журнал «За рулём», май 2015 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.zr.ru/content/articles/784787-chem-grozit-motoru-deshevyj-95-j-benzin/> (дата обращения 10.10.2019).

УДК 621.436.1

*М. С. Игнатов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ СМАЗКИ СЕМЕЙСТВА ДИЗЕЛЕЙ «ТМЗ»

Одним из путей совершенствования системы смазки дизелей ТМЗ производства АО «АК «Туламашзавод» явились работы по моделированию направления струйной подачи масла в зону сопряжения цилиндр-поршень. Были проанализированы зарубежные аналоги ДВС с различными системами смазки цилиндро-поршневой группы и реализация их конструкций. В результате за основу работ был взят двигатель фирмы *Mitsubishi*, в котором организована циклическая подача масла через отверстие в шатуне на стенку цилиндра. Сравнительные данные двигателей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные данные двигателей

Параметры	<i>Mitsubishi</i>	ТМЗ-650Д
Диаметр цилиндра, мм	94	95
Ход поршня, мм	90	92
Длина шатуна, мм	154	136
Диаметр шатунной шейки, мм	55	51

Проанализировав конструкцию двигателя *Mitsubishi* установлено, что ключевыми являются следующие особенности:

– подача масла осуществляется на нагруженную сторону цилиндра в тактах рабочего хода и наполнения (противоположную направлению вращения вала двигателя);

- момент подачи масла начинается при движении поршня вверх, не доходя ВМТ  $41^\circ$  по углу п.к.в.;
- продолжительность подачи масла составляет  $10-12^\circ$  по углу п.к.в.;
- контакт струи масла с зеркалом цилиндра происходит ниже кромки юбки поршня на 15-20 мм;
- угол наклона отверстия в шатуне относительно его оси составляет  $26^\circ$ ;
- цикличность подачи обеспечивается совпадением отверстия в шатунной шейке со сквозными отверстиями во вкладыше и шатуне.

Основываясь на перечисленных конструктивных особенностях системы смазки двигателя *Mitsubishi*, было проведено компьютерное моделирование данной системы для двигателей ТМЗ-650Д и ТМЗ-450Д. Окончательные результаты представлены на рисунке 1.

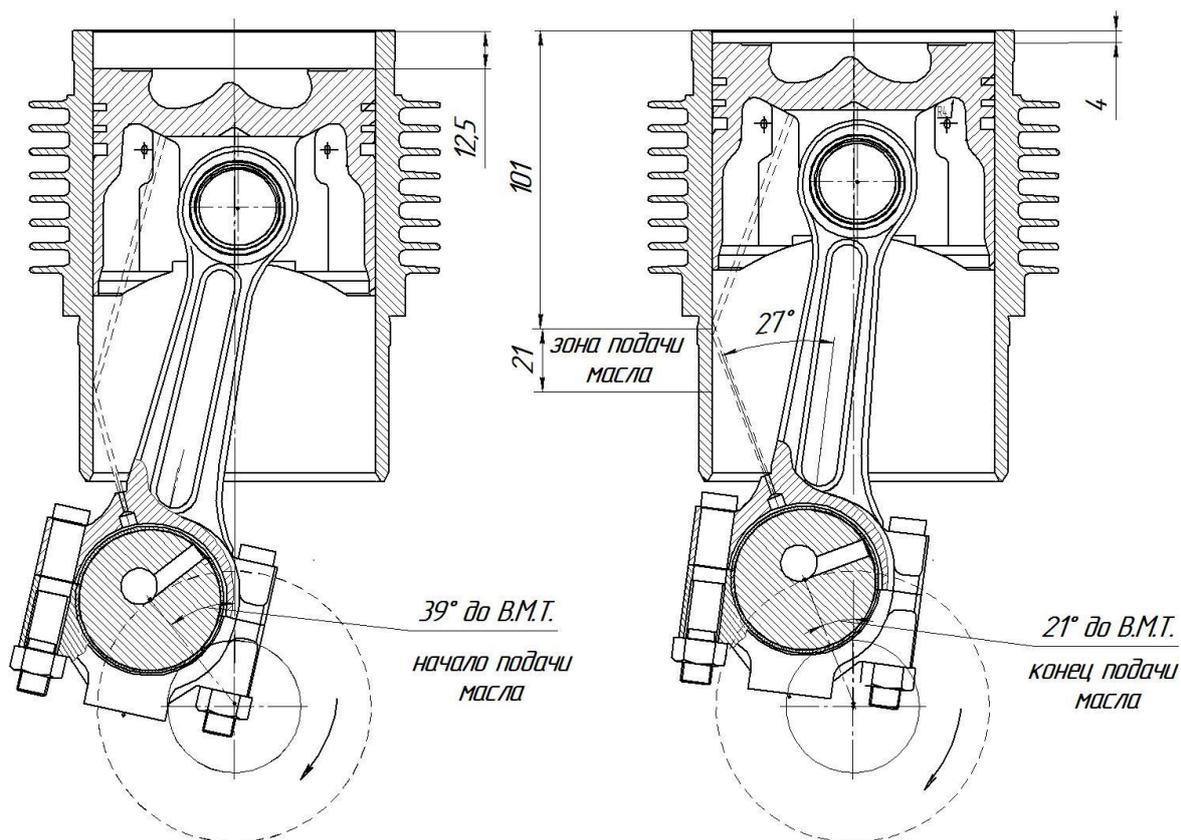


Рис. 1. Компьютерное моделирование системы смазки

В результате моделирования получено:

– оптимальный угол наклона масляного отверстия в шатуне с учётом его распространения на весь модельный ряд дизелей ТМЗ составляет  $27^\circ$  относительно оси шатуна;

– начало подачи масла должно происходить за  $39-42^\circ$  до ВМТ по углу п.к.в.;

– продолжительность подачи составляет  $18-21^\circ$  п.к.в.;

– обеспечение подачи масла с указанными параметрами и углами позволит отраженным от зеркала цилиндра частицам масла попадать на внутреннюю поверхность днища поршня и тем самым обеспечить его дополнительное охлаждение.

Принципиальным отличием предлагаемого решения от реализуемого в дизелях ТМЗ является изменение положения отверстия для подачи масла, а именно перенос его из плоскости перпендикулярной движению шатуна в плоскость параллельную его движению.

Практическая реализация такой системы смазки возможна путём изменения положения отверстий в шатуне и шатунной шейке коленчатого вала.

Экспериментальные исследования проводились на специальной установке позволяющей визуализировать поток масла, попадающий на стенку цилиндра с фиксацией результатов с помощью скоростной видеосъёмки.

По результатам экспериментальных исследований выявлена хорошая сходимость результатов моделирования с практической реализацией конструкции.

УДК 621.432.3

*В. С. Клевцов, С. М. Дюринг, А. М. Темнов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ДИЗЕЛЯ ПРИ УМЕНЬШЕНИИ РАБОЧЕГО ОБЪЁМА**

Приоритетным направлением развития двигателестроения по-прежнему остаётся улучшение топливной экономичности. Одним из путей решения этой задачи считается уменьшение рабочего объёма дизеля на долевых режимах его работы, осуществляемое отключением части цилиндров. Существующие способы отключения основаны на прекращении топ-

ливоподачи в цилиндры с одновременным воздействием на органы газораспределения или без него.

В работах [1, 2] предлагается методика расчётно-экспериментальной оценки эффективности наиболее простого второго способа отключения цилиндров, основанная на использовании универсальной характеристики дизеля. Согласно исследованию [1] отключение одного цилиндра дизеля 2Ч10,5/12 при нагрузке порядка 20 % от уровня внешней скоростной характеристики может привести к повышению эффективного коэффициента полезного действия (КПД) на 13...26 % по отношению к полноразмерному двигателю.

Столь впечатляющий прогноз заслуживает проведения анализа факторов, вызывающих изменение эффективного КПД дизеля при прекращении топливоподачи в часть цилиндров при следующих допущениях:

- неравномерность удельной работы цикла по цилиндрам с топливоподачей отсутствует;
- распределение свежего заряда по цилиндрам независимо от наличия в них топливоподачи является равномерным;
- механические потери определяются частотой вращения коленчатого вала.

С учётом этих допущений для неизменного режима работы относительное увеличение среднего эффективного давления в результате отключения части цилиндров в количестве  $z$  в многоцилиндровом дизеле с числом цилиндров  $i$  составит  $\bar{p}_e = i/(i - z)$ . Аналогично изменение среднего индикаторного давления  $\bar{p}_i$  и среднего давления механических потерь  $\bar{p}_m$  будут равны  $\bar{p}_i = \bar{p}_m = i/(i - z)$  и, соответственно, механический КПД дизеля при отключении части цилиндров остаётся неизменным.

Из известной формулы следует, что  $\bar{p}_i = \bar{\eta}_i/\bar{\alpha}$ , то есть относительное изменение среднего индикаторного давления с уменьшением количества цилиндров с топливоподачей определяется относительным изменением отношения индикаторного КПД  $\eta_i$  к коэффициенту избытка воздуха  $\alpha$ . Согласно результатам ранее выполненных исследований [3] изменение индикаторного КПД дизеля зависит в основном от изменения  $\alpha$ , которое аппроксимируется опытной зависимостью [4] и для случая отключения части цилиндров может быть представлено в виде:

$$\bar{\eta}_i = \frac{\alpha'^{\left(\frac{1}{\alpha'}\right)}}{\alpha^{\left(\frac{1}{\alpha}\right)}}, \quad (1)$$

где  $\alpha'$  и  $\alpha$  – коэффициенты избытка воздуха для дизеля с количеством цилиндров  $(i-z)$  и  $i$  соответственно. Тогда:

$$\left(\frac{\bar{\eta}_i}{\alpha}\right) = \frac{\alpha^{\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)}}{\alpha'^{\left(1-\frac{1}{\alpha'}\right)}} = \frac{i}{i-z}. \quad (2)$$

Полученное уравнение позволяет прогнозировать изменение топливной экономичности дизеля при отключении части цилиндров, если величины  $\eta_i$  и  $\alpha$  для полноразмерного дизеля известны.

Для оценки изменения топливной экономичности дизеля при прекращении подачи топлива в часть цилиндров в лаборатории двигателей кафедры ТДиЭУ ВлГУ были проведены стендовые испытания дизеля 4Ч10,5/12.

Методика испытаний основывалась на указаниях ГОСТ 18509 «Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний». В программу испытаний входило снятие нагрузочных характеристик для частот вращения коленчатого вала  $n = 1100, 1300, 1500$  мин<sup>-1</sup> при работе дизеля на четырёх, трёх и двух цилиндрах и определение механических потерь методом прокручивания коленчатого вала.

Прекращение подачи топлива в отключаемые цилиндры обеспечивалось отсоединением нагнетательного трубопровода от форсунки и соединением его с мерной ёмкостью для определения расхода топлива весовым способом.

Результаты испытаний, частично представленные на рис. 1, показывают, что уменьшение рабочего объёма двигателя в исследуемом диапазоне частот вращения и нагрузок сопровождается увеличением удельного эффективного расхода топлива  $g_e$ . При этом расход воздуха  $G_v$  дизелем не зависит от количества рабочих цилиндров для  $n = const$ .

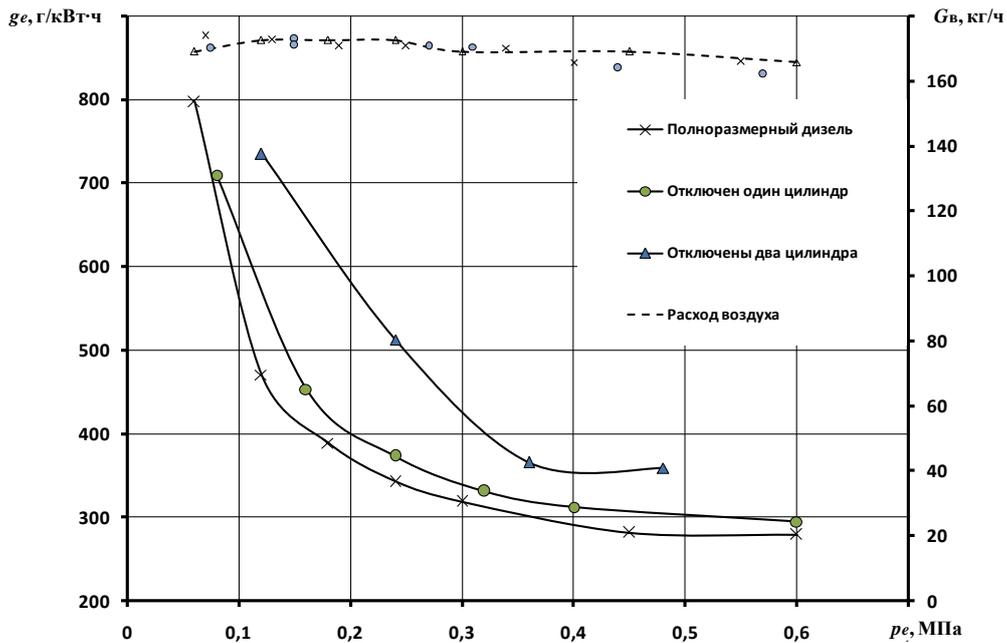


Рис. 1. Нагрузочная характеристика дизеля 4C10,5/12 при  $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$

На рис. 2 представлено изменение величины отношения  $\eta_i/\alpha$  от  $\alpha$ , которое с достаточной точностью в диапазоне  $\alpha = 1,4 \dots 6,2$  описывается вышеприведённой зависимостью (2).

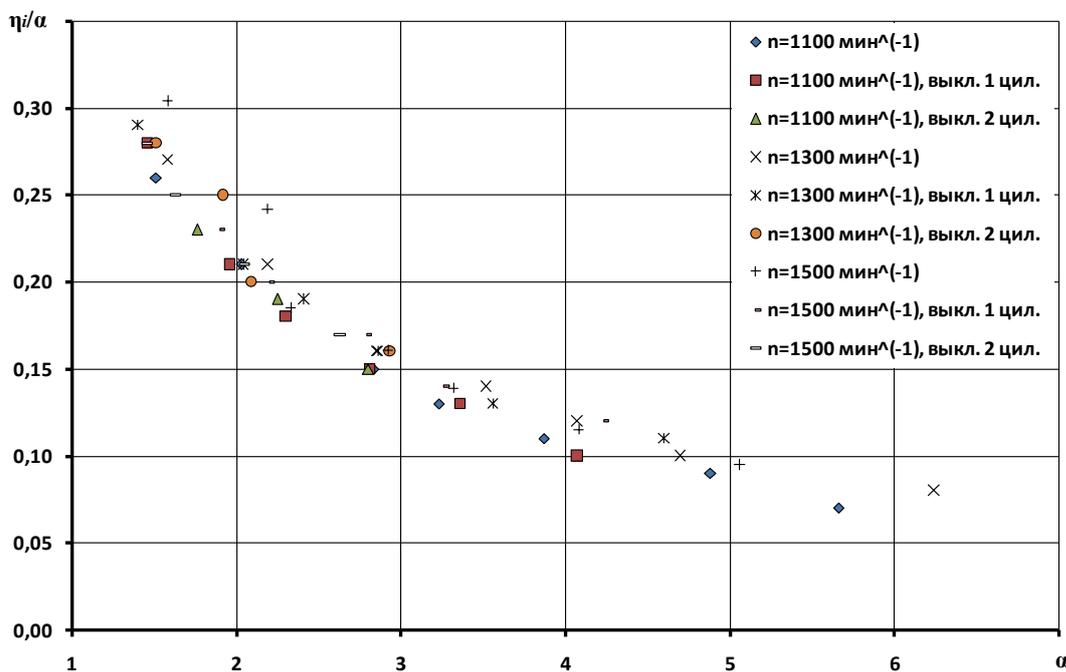


Рис. 2. Зависимость  $\eta_i/\alpha$  от коэффициента избытка воздуха дизеля 4C10,5/12 в диапазоне частот вращения коленчатого вала  $1100 \dots 1500 \text{ мин}^{-1}$

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- отключение одного и двух цилиндров в дизеле 4Ч10,5/12 путём прекращения в них топливоподачи сопровождается ухудшением топливной экономичности в диапазоне частот вращения коленчатого вала  $n = 1100 \dots 1500 \text{ мин}^{-1}$  и нагрузок  $N_e = 2 \dots 20 \text{ кВт}$  в результате уменьшения индикаторного КПД, обусловленного снижением коэффициента избытка воздуха;
- расход воздуха дизелем 4Ч10,5/12 в исследуемом диапазоне режимов работ практически зависит только от частот вращения коленчатого вала и не зависит от количества цилиндров с топливоподачей;
- для оценки изменения индикаторного КПД дизеля 4Ч10,5/12 на частичных нагрузочных режимах работы, в том числе и с отключением части цилиндров целесообразно использовать ранее полученную опытную зависимость  $\bar{\eta}_i = f(\alpha)$ .

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Камышников, Р. О. Повышение эксплуатационных качеств автотракторных дизелей регулированием их активных рабочих объёмов на режимах малых нагрузок. Автореферат дисс... канд. техн. наук. М. – 2017. – 16 с.
2. Стремнов, С. В. Регулирование дизеля 6Ч11/12,5 изменением числа работающих цилиндров или циклов. Автореферат дисс... канд. техн. наук. М. – 2017. – 18 с.
3. Портнов, Д. А. Быстроходные двигатели с воспламенением от сжатия. М: Машиностроение. – 1963. – 639 с.
4. Турбокомпрессоры для наддува дизелей. Справочное пособие Б. П. Байков, В. Г. Бордуков, П. В. Иванов и др. – Л: Машиностроение, 1975. – 200 с.

## **СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Современные автомобили развиваются по пути усложнения конструкции и внедрения всё большего числа агрегатов и узлов с электронным управлением. Двигатель внутреннего сгорания не является исключением. Первые работы, посвящённые применению автоматического управления двигателем внутреннего сгорания, появились ещё в 70-х годах прошлого века. С тех пор управление двигателем осуществляется при помощи электронной системы управления двигателем (ЭСУД). Однако, для того чтобы составить адекватную программу управления двигателем необходимо знать и учитывать большое количество входящих и выходящих показателей. Рассмотрим подробнее определение одного из них – крутящего момента двигателя.

В настоящее время определение среднего эффективного крутящего момента двигателя производится как прямыми измерениями, так и косвенным путём. Измерение нагрузки двигателя в эксплуатационных условиях значительно осложняет эту задачу, и главным недостатком становится сложность применяемых устройств.

Одним из способов определения нагрузки (крутящего момента) является установка торсионного вала (рис. 1) [1]. Конструктивно датчик выполнен в виде двух отдельных составных частей: ротора и статора. Ротор имеет в своём составе упругий тензоэлемент, чувствительный к изменению скручивающего момента, но малочувствительный к воздействию изгибающего момента, поперечных и осевых сил. Расположенный на роторе микропроцессорный электронный модуль преобразует сигналы тензорезисторов, которые передаются с ротора на статор по бесконтактному телеметрическому каналу связи.



**Рис. 1. Торсионный вал (датчик крутящего момента)**

нагрузки является индицирование двигателя. Имея, значение индикаторного давления, величина индикаторного крутящего момента двигателя вычисляется по формуле:

$$M_i = \frac{p_i i V_h}{\pi \tau}, \quad (1)$$

где  $p_i$  – индикаторное давление в цилиндре двигателя;  $i$  – число цилиндров;  $V_h$  – рабочий объем двигателя;  $\tau$  – тактность двигателя.

Конструктивно малогабаритные пьезодатчики давления (рис. 2 б) выполнены в корпусе из нержавеющей стали с жидкостным или воздушным охлаждением. Размеры датчиков зависят от типоразмера двигателя [2]. По способу установки в головку цилиндров пьезодатчики давления могут устанавливаться в специальный индикаторный канал либо свечи накалывания (рис. 2 а).

Основными преимуществами пьезоэлектрических датчиков являются:

- возможность достижения достаточно высокой частоты собственных колебаний (до 40 кГц), что позволяет надёжно регистрировать быстропеременные процессы в быстроходных ДВС;
- компактность конструкции датчика.

Установленные на торсионном валу датчики, определяющие деформацию, а по ней непосредственно крутящий момент.

Данный метод имеет свои недостатки:

- по условиям компоновки не всегда возможно установить торсионный вал на двигатель с потребителем.
- для его изготовления применяются специальные металлы, что в свою очередь повышает стоимость данного устройства.

Другим методом определения

Основные недостатки:

- после ограниченного количества циклов наблюдается дрейф характеристики датчика, связанный с необратимыми изменениями в пьезокерамике;
- высокая стоимость самого пьезодатчика и специальных усилителей сигнала.

Сам же способ имеет серьёзный недостаток – для определения эффективного крутящего момента необходимо знать значение механического КПД, что является довольно сложной задачей.

В настоящее время также применяется способ измерения крутящего момента при помощи индуктивных энкодеров. Суть способа заключается в установке на двух концах нагружаемого вала дисков-излучателей (роторов) и дисков-считывателей (статоров), размещённых на неподвижной основе (рис. 3) [3]. При вращении вала с нулевым крутящим моментом оба энкодера будут создавать синфазный пакет сигналов. Однако, при увеличении крутящего момента, за счёт деформации скручивания вала, возникнет рассинхронизация между импульсами энкодеров. Зная разницу между фазами импульсов можно определить крутящий момент на валу.

Основные достоинства данного способа:

- энкодеры доступны с разрешением до 4 миллионов импульсов на оборот, что позволяет регистрировать даже самые малейшие изменения крутящего момента;
- низкая восприимчивость к температурным условиям эксплуатации;
- искажения, вызываемые вращением вала на большой скорости, а также скачками крутящего момента могут быть скорректированы с помощью тактового сигнала – единого для обоих энкодеров, обеспечивающего синхронность считывания данных;



**Рис. 2. Штатная свеча накаливания (а), малогабаритный датчик давления (б) и диафрагма (в)**



**Рис. 3. Индуктивные энкодеры, слева – статор, справа – ротор**

- в отличие от тензометрической техники, при использовании инкодеров не существует риска повреждения оборудования в случаях избыточного или импульсного приложения крутящего момента;
- существует возможность одновременно измерять крутящий момент, угол поворота и частоту вращения.

Недостатком данного способа является необходимость установки специального промежуточного вала с известными механическими характеристиками.

Классическим способом измерения крутящего момента ДВС является использование электрического балансирного тормоза. Двигатель внутреннего сгорания через муфту соединяется с ротором электрического мотор-генератора постоянного тока, статор которого закреплён на подшипниках и имеет возможность свободно поворачиваться на некоторый угол [4]. Такой способ закрепления называется балансирным, а мотор-генератор принято называть балансирной машиной. Мотор-генератор имеет возможность как нагружать двигатель, так и принудительно его вращать. Реактивный момент, отклоняющий статор, с помощью весового устройства преобразуется в соответствующее значение крутящего момента на индикаторной головке.

Разновидностями данного способа является применение вместо мотор-генератора индукционного или гидравлического тормозов. Однако данные устройства работают только как нагружающие элементы и не мо-

гут принудительно вращать двигатель. Недостатками данного способа являются:

- чувствительность весового устройства к динамическим нагрузкам;
- необходимость подвода воды (в случае гидравлического тормоза) или высоковольтного постоянного тока (для индукторного тормоза или мотор-генератора), последнее влечёт за собой размещение громоздкой токопреобразующей аппаратуры.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Датчики крутящего момента M40. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.donpribor.ru/sites/default/files/field/file/m40\\_2015.pdf](http://www.donpribor.ru/sites/default/files/field/file/m40_2015.pdf) (дата обращения 03.10.2019).
2. Левтеров А. М., Авраменко А. Н. Индицирование автомобильного дизеля с использованием оригинального малогабаритного датчика давления // Вестник ХНАДУ. – 2016. – № 72. – С. 35-40.
3. Индуктивные энкодеры Zettlex. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.celeramotion.com/zettlex/ru/> (дата обращения: 02.10.2019).
4. Лабораторный практикум по испытаниям двигателей внутреннего сгорания / А. А. Гаврилов, А. В. Гладышев, Ю. Г. Горнушкин, Владим. Гос. Ун-т. Владимир, 1990. – 160 с.

УДК 629.322

*А. М. Шаранов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕДОВ КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВИДА ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Переход на экологический транспорт – мировой тренд, к которому стремятся прогрессивные страны. Привлекательность данного вида транспорта для потребителей связана, наряду с экологичностью, ещё и с желанием избавиться от затрат на топливо, стоимость которого имеет тенденцию к неуклонному росту.

Вместе с тем, массовый переход на электромобили сдерживается следующими факторами:

- высокая стоимость, обусловленная применением дорогостоящих аккумуляторных батарей;
- сравнительно небольшой запас хода;
- неразвитая структура зарядных станций.

Рост общего количества автомобилей в настоящее время является причиной ухудшения экологической обстановки и затруднения движения в крупных городах и населённых пунктах. В этой связи решение задач по уменьшению шумности и загрязнений путём использования электротранспорта обуславливают потребителей и производителей наряду с традиционными электромобилями использовать простой и общедоступный вид электротранспорта – электровелосипед, развитие которого в мире идёт значительными темпами (рисунок 1).

История создания электровелосипеда начинается с 1895 года, когда американец Огден Болтон-младший получил патент на велосипед с аккумулятором. Он имел мотор-колесо, называемое – «Модульное моторизированное колесо с концентратом для велосипедов». Это стало первой ступенью для появления нового выражения «электрический велосипед».

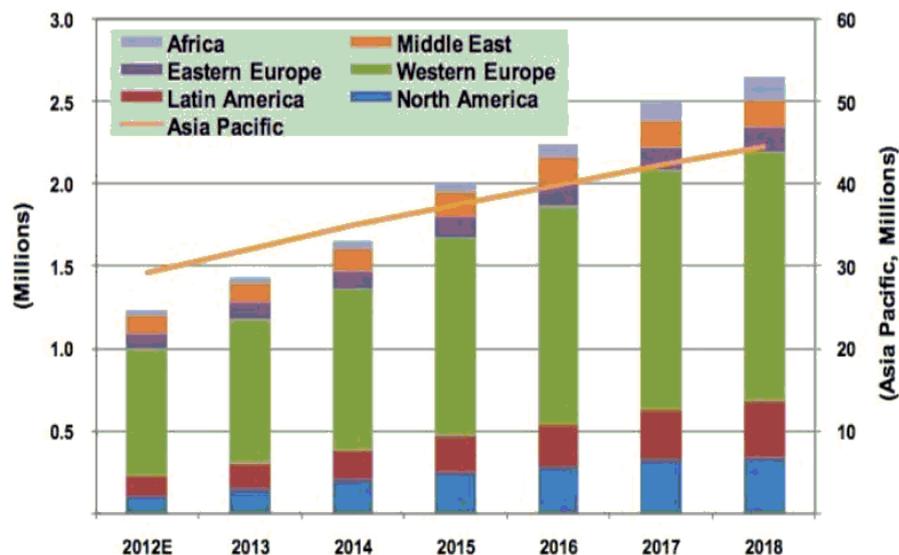
Электровелосипед отличается от обычного велосипеда наличием следующих дополнительных компонентов:

- электродвигателя;
- аккумуляторной батареи;
- контроллера;
- органов управления.

Из разновидностей электроприводов можно выделить два самых распространённых:

- мотор-колесо.
- цепной электропривод.

В первом случае электродвигатель вмонтирован в колесо вместо ступицы. Получили распространение переднеприводные, заднеприводные и реже «полноприводные» велосипеды с двумя мотор-колёсами.



**Рис. 1. Объём рынка электровелосипедов [1]**

Во втором – электромотор устанавливается в районе каретки с педалями, а передача крутящего момента на заднее ведущее колесо осуществляется с помощью цепной передачи. Такой вариант электропривода является более эффективным, чем мотор-колесо, имеет более благоприятную развесовку и лучшие тягово-скоростные характеристики.

Преимущества использования электровелосипеда в городских условиях:

- экологичность, отсутствие негативного влияния на окружающую среду и людей;
- независимость от заторов и пробок на дорогах;
- простота в обслуживании и эксплуатации;
- сравнительно лёгкий вес и удобство хранения;
- возможность снятия аккумулятора и подзарядки в удобном месте от бытовой сети 220 В;
- отсутствие необходимости регистрации и прав для управления.

Ниже приводятся результаты работ по переделке обычного дорожного велосипеда в «электрический».

За основу был выбран дорожный велосипед «Стелс», с трехступенчатой планетарной передачей в ступице заднего колеса. В качестве двигателя использовался подвесной бесколлекторный

электрический двигатель фирмы «*Bofang*», технические характеристики которого приведены ниже на рисунке 2.



Технические характеристики:

- номинальное напряжение – 48 В;
- номинальная мощность – 1000 Вт;
- максимальный крутящий момент 160 Н·м;
- уровень шума – менее 55 дБ;
- вес – 5,6 кг.

Рис. 2. Двигатель *EBK-481000-ММ* со встроенным редуктором и коммутатором

Расположение двигателя в районе каретки позволило использовать три штатные передачи и выбирать более оптимальные режимы работы двигателя и движения велосипеда.

Для обеспечения работы была изготовлена аккумуляторная батарея, включающая в себя 65 литий-ионных аккумуляторов *LiitoKala Lii-30Q 18650 3000 мА·ч* (рисунок 3), собранная по схеме *13S 5P*. Общая электрическая ёмкость батареи составила 15 А·ч.

Для корректной и безопасной работы аккумуляторная батарея оснащена платой «Смарт *BMS*» с функцией *Bluetooth*.

Выбранная плата *BMS* обеспечивает:

- защиту по току (от короткого замыкания и превышения допустимого тока 30 А);
- защиту по напряжению (минимальному при разряде и максимальному при перезаряде);
- защита по температуре (2 термопары);
- балансировку последовательно соединённых групп аккумуляторов;
- возможность программирования параметров с помощью сотового телефона.

В процессе изготовления батарей производилось измерение ёмкости и внутреннего сопротивления с помощью приборов *SkyRC IMAX B6 MINI* и *Liitokala lii-500*. В последовательно соединённые группы подбирались аккумуляторы с близкими параметрами внутреннего сопротивления и ёмкости.

Внешний вид велосипеда представлен на рисунке 3.



**Рис. 3. Внешний вид изготовленного электровелосипеда**

Эксплуатация электровелосипеда показала его хорошие потребительские качества. Полная зарядка батареи от 36 до 54 В зарядным устройством током 4 А не превышает 2 часов. Пробег на одной зарядке с использованием только электрической тяги по пересечённой местности составляет не менее 50 км. Максимальная скорость на ровной асфальтированной дороге составила 28 км/ч – на первой передаче, 38 км/ч – на второй и 50 км/ч – на третьей передаче. Кроме этого, программа управления контроллера при вращении педалей велосипедистом предусматривает 9 ступеней помощи мотора. За 5 месяцев городской эксплуатации пробег составил около 800 км.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Объём рынка электровелосипедов. [Электронный ресурс]. URL: <http://eczo.bike/> (дата обращения 02.10.2019).

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЧИН ВОЗГОРАНИЯ АВТОМОБИЛЯ**

Случаи возгорания автомобилей далеко не редки, при этом современный автомобиль более пожароопасен, чем автомобиль 20 лет назад. В его конструкции используется всё большее количество лёгких, технологичных, но горючих материалов.

Горючая нагрузка представляет собой совокупность горючих материалов, из которых изготовлены отдельные узлы и детали автомобилей и которые применяются в его системах как эксплуатационные. Анализ показывает, что в автомобилях различных марок используются практически одни и те же материалы. В качестве оболочек (изоляторов) используются полиэтилен, поливинилхлоридный полимер, также изоляторы изготавливаются из бумажно-слоистого пластика или стеклопластика. Иногда в качестве оболочки используется тканевая электротехническая изоляционная лента. Пластмассы применяются для изготовления многочисленных корпусных и кузовных деталей. Зачастую их кислородный индекс составляет менее 21, то есть они способны самостоятельно гореть на открытом воздухе. Температура самовоспламенения 454 – 495 °С, а теплотворная способность изоляции 5949 ккал/кг, что более чем в 2 раза превышает аналогичный показатель хороших дров.

Неисправности электрооборудования являются довольно распространённой причиной пожаров автомобилей.

Пожарная опасность электросистемы автомобилей определяется тем, что отдельные её элементы могут послужить источником горения в случае возникновения аварийного режима в какой-либо функциональной цепи. Потенциальная опасность возникновения аварийного режима определяется прежде всего тем, что провода электрической сети во многих местах прокладываются в пакетах кузовных конструкций, где расстояние от горючих конструкционных материалов строго определено и не может быть увеличено.

Рабочие элементы и изоляция проводов часто находятся в непосредственном контакте с необработанными (с острыми кромками) металлическими деталями, которые не закреплены и подвергаются

постоянной вибрации, трению, что может вызвать повреждение изолирующего слоя.

Увеличение количества электрических и электронных систем современных автомобилей требует повышения мощности их систем энергоснабжения. В результате они обладают достаточным запасом энергии, способным при возникновении короткого замыкания незащищённых участков цепи (система зажигания, цепь пуска двигателя, система генератора и др.) вызвать нагрев (до 1500 °С) и расплавление металлической жилы провода (температура плавления меди 1085 °С) данной цепи, воспламенение его изоляции и горючих материалов, расположенных в непосредственной близости. Результат подобного возгорания автомобиля *Volkswagen Tiguan* представлен на рисунке 1.

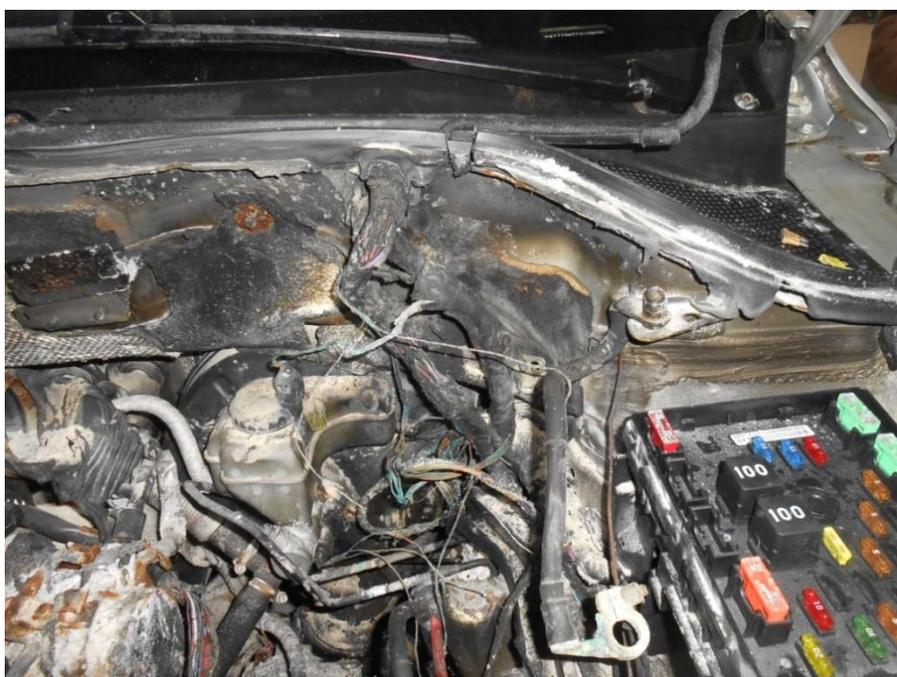


Рис. 1. Участок моторного отсека над очагом возгорания

Особую опасность в электрической системе представляют разъёмы различных проводов, в которых из-за работы в условиях повышенной влажности и постоянной вибрации может возникнуть неплотный контакт, вследствие чего в данной цепи при включении электропотребителей возникают искровыделение и местный нагрев.

Существующая у некоторых производителей тенденция ограничения срока службы автомобилей (при условии гарантированной надёжности в заданный период), способствует использованию менее качественных,

«бюджетных» материалов. Усугубляет ситуацию эксплуатация автомобиля «до последнего» и автоэлектрики часто встречаются растрескивание изоляции, излом проводов внутри изоляции, перетираание изоляции при трении и др.

Пожарную опасность электрооборудования характеризуют следующие проявления:

- искрение и электрическая дуга;
- способность образовывать в момент короткого замыкания (КЗ) расплавленные частицы металла;
- способность кабелей и проводов в аварийных ситуациях (при КЗ, перегрузках и т.п.) перегреваться до температуры воспламенения собственной изоляции с последующим загоранием окружающих горючих веществ;
- способность изоляции распространять пламя при зажигании от посторонних источников.

Искрение и электрическая дуга – наиболее распространенные причины загораний. От дуги загораются практически все горючие вещества в результате непосредственного действия, от её светового излучения или от брызг расплавленного металла. Температура электрической дуги может составлять 1500–4000 °С.

Наибольшую опасность представляет обрыв проводов внутри изоляции высокотоковых цепей. При этом в условиях вибрации, создаются условия зажигания дуги и последующее воспламенение изоляции. Штатные предохранители могут не срабатывать. На рисунках 2 и 3 показаны пример такого разрушения проводки усилителя руля.

Явление КЗ – это не предусмотренные нормальным режимом работы замыкания токоведущих частей, имеющих различную полярность (для постоянного тока), подключенных к различным фазам (многофазный переменный ток) или имеющих различные потенциалы (замыкание на землю, заземленные предметы и нулевые провода). Замыкание при некотором переходном сопротивлении (образованном неплотным контактом, окисной плёнкой, обугленной изоляцией и т.п.) называется неполным.

Неполное КЗ приводит к пожарам даже при правильно выбранной защите. В случаях, когда переходные сопротивления пренебрежимо малы, возникает металлическое замыкание. При металлическом КЗ может воспламениться изоляция кабеля в любом его месте (при заглубленной защите) из-за значительного тока КЗ.

Основными причинами КЗ в электроэнергетических системах автомобилей являются: нарушения изоляции токоведущих частей в



**Рис. 2.** Расположение участка жгута проводки к усилителю рулевого управления, где произошло расплавление провода электроусилителя



**Рис. 3.** Внешний вид оплавившегося провода электроусилителя

процессе эксплуатации из-за теплового старения изоляционных материалов; перенапряжения сети; механические повреждения и воздействия окружающей среды.

Наиболее характерным признаком КЗ является оплавление проводников, кабелей и других токоведущих частей. Искрение возникает из-за слабого контакта токоведущих частей, размыкания электрической цепи отключающих устройств, разрыва цепи вследствие механических повреждений; при электрической сварке и резке металла, а также на коллекторах электрических машин вследствие плохого ухода за ними.

Перегрузка – вид аварийного режима при подключении к сети потребителей, номинальный ток которых превышает допустимый по условиям нагрева. При перегрузке проводов и кабелей они нагреваются из-за нарушения режима теплообмена с окружающей средой, что вызывает разрушение изоляции и её воспламенение.

Воспламенению изоляции кабелей и проводов способствуют её старение и повреждения в процессе эксплуатации. Старение изоляции происходит из-за действия высокой температуры и агрессивной окружающей среды (паров топлива и масел, горячей воды и т.п.), а также в результате механических повреждений. Тепловое старение изоляции наиболее часто наблюдается при перегрузке электросетей. Повышение температуры проводника на 8 °С свыше допустимой уменьшает срок службы изоляции вдвое.

Из-за старения снижаются эластичность и механическая прочность изоляции; повышается вероятность пробоя изоляции, местных перегревов кабельной сети, возгораний, пожаров. Механическое повреждение изоляции кабелей и проводов чаще всего возникает из-за некачественного монтажа при сборке и ремонте, вследствие неправильной эксплуатации.

Влага и агрессивные среды существенно ухудшают состояние кабелей и проводов. От нагрева слой жидкости испаряется, оставляя следы соли. При постоянном воздействии влаги процесс повторяется, проводимость изоляции возрастает, утечки увеличиваются, приводя к обугливанию изоляции и появлению дугового разряда (неполного КЗ), способного воспламенить изоляцию.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Причины и источники пожаров и взрывов на автомобилях. Электронный ресурс. URL: <http://avtoprava73.ru>. (дата обращения 07.10.2019).

УДК 621.436

*А. М. Шаранов, А. Б. Дианов, Е. Д. Ямщиков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ОСОБЕННОСТИ ТОВАРОВЕДЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Значительную часть экспертиз в области авто товароведения занимают исследования двигателей внутреннего сгорания. Причины назначения экспертиз различные, от отказа двигателя и его составных частей в гарантийный период или после ремонта и обслуживания, эксплуатационные повреждения, например в виде повышенного расхода масла, до «надуманных недостатков» в виде различных шумов, звуков при работе двигателя и т.д. Задача специалиста назначенного экспертом установить наличие или отсутствие недостатка, его причины и квалифицировать их, как производственные или эксплуатационные. Основными руководящими документами при этом являются ГОСТ 27 002-2015 «Надёжность в технике. Термины и определения» и ГОСТ 18322-2016 «Система технического обслуживания и ремонта техники», Руководство по эксплуатации и сервисная (гарантийная) книжка автомобиля, Руководство по ремонту данной модели автомобиля, кроме того используется общетехническая литература. Для целей исследования используются различные методы: от замер размеров деталей, химматологических исследований проб топлива и масел, фрактографии изломов при разрушениях деталей, рентген флуоресцентный анализ металлов и сплавов, дифракционный анализ различных отложений и т.д. Часто при отсутствии официальной информации по исследуемому двигателю используются параметры аналогов и технический (экспертный) опыт специалиста.

Для пояснения вышеизложенного рассмотрим конкретное исследование двигателя гарантийного легкового автомобиля, попавшего в дилерский сервис с металлическим стуком при работе двигателя, после разборки которого обнаружен «проворот» вкладышей первого цилиндра, причиной которого дилером «назначен» катализатор (не являющейся гарантийной

деталью). Данный технический абсурд не устроил владельца, который обратился суд, где было назначено экспертное исследование. Перед экспертом поставлены вопросы о наличии недостатков в двигателе и их причинах.

Двигатель представлен в частично разобранном виде. Осмотром деталей выявлено: головка блока цилиндров находится в исправном состоянии без следов износа, блок цилиндров двигателя имеет активную коррозию поверхности первого цилиндра в результате ненадлежащего хранения разобранного двигателя. На поверхности цилиндров заметны следы хонингования (см. рис.), что является однозначным признаком их исправного состояния.

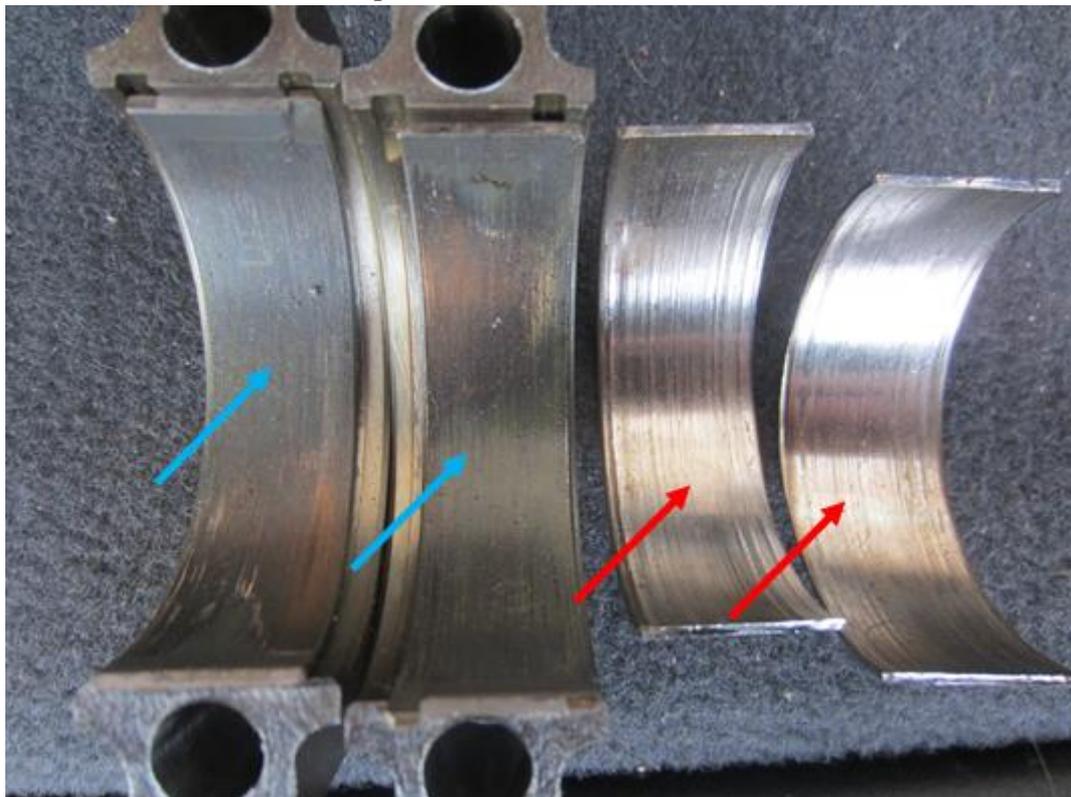
Поршни двигателя имеют сильную закоксованность днища и боковой поверхности, а также «залегание» (потерю подвижности) маслосъёмных колец (см. рис. 1), имеются следы активного проникновения масла в камеры сгорания, при этом тефлоновое покрытие сохранилось, что указывает на отсутствие износа. На днище первого поршня заметен след от удара о головку блока, соответствующие следы имеются в камере сгорания первого цилиндра в головке блока цилиндров (ГБЦ). Корпус каталитического нейтрализатора вскрыт со стороны входа. Масло, слитое с двигателя, не представлено.

Шатун первого цилиндра имеет повреждения нижней головки в следствии «проворота» вкладышей, которые также повреждены: антифрикционный слой полностью стёрт до стального основания, имеются задиры и изменение формы, верхний вкладыш «расплющен» (рис. 2), замки срезаны в результате «проворота вкладышей», шатунные вкладыши остальных цилиндров имеют следы износа (стёрт верхний антифрикционный слой до медной подложки, см. фото 2, 3). Коренные вкладыши в работоспособном состоянии без следов износа. Коленчатый вал исследуемого двигателя имеет повреждение шатунной шейки первого цилиндра, при этом остальные шатунные и коренные шейки не изношены. Также было исследовано состояние масляного насоса двигателя, где обнаружено: следы износа отсутствуют, перепускной клапан нормально закрыт, его подвижность не нарушена, сетка маслозаборника чистая, соответственно насос считается в исправном состоянии.

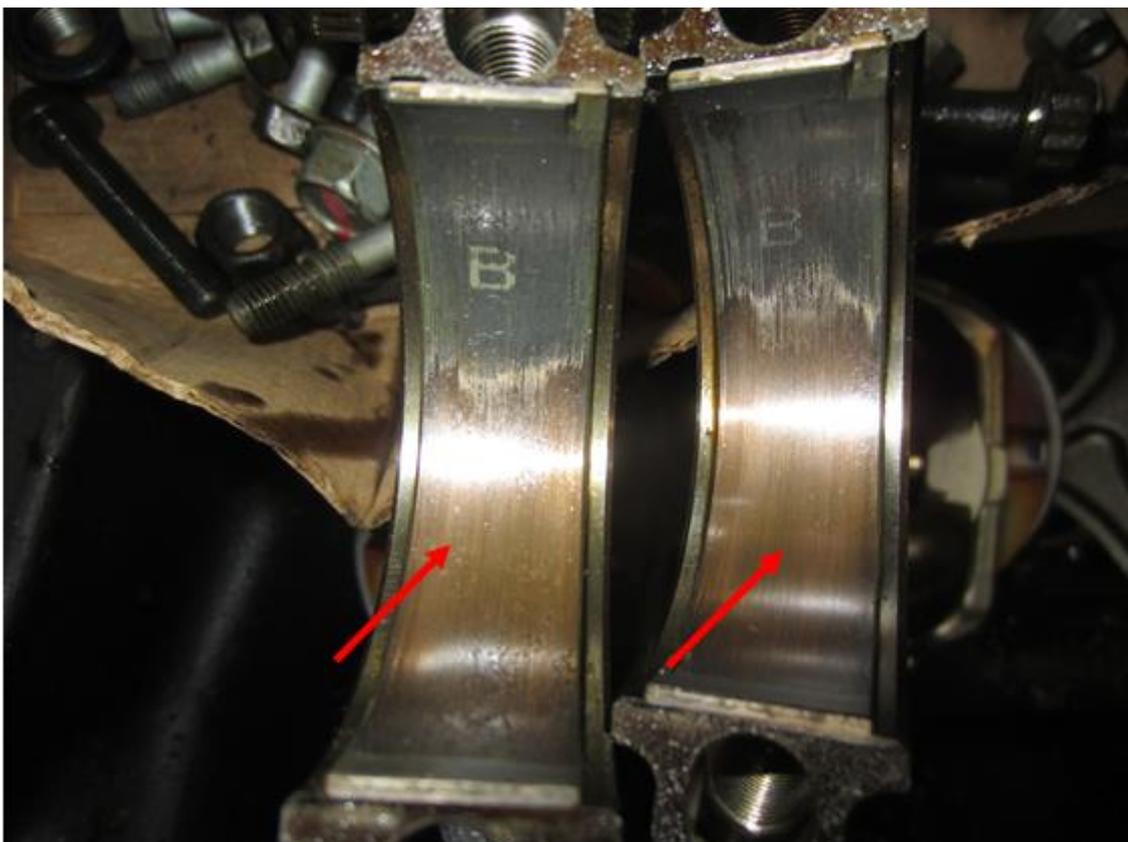
Каталитический нейтрализатор представлен с вскрытым со стороны входа корпусом (см. рис. 4), на поверхности керамического элемента заметно наличие отдельных точек выкрашивания. На основании экспертной и автосервисной практики данное состояние следует считать нормальным.



**Рис. 1. Вид сбоку на поршень второго цилиндра. Маслосъёмные кольца потеряли подвижность, «залегли»**



**Рис. 2. Состояние нижних шатунных вкладышей 2-го и 3-го цилиндров (синие стрелки) – имеется изменение цвета и следы износа. Красные стрелки указывают изношенные до стального основания вкладыши первого цилиндра**



**Рис. 3. Состояние верхних шатунных вкладышей второго и третьего цилиндров. Заметен износ антифрикционного слоя**



**Рис. 4. Состояние представленного каталитического нейтрализатора**

Обобщая результаты осмотра можно констатировать, что в двигателе автомобиля имеются недостатки (неисправности, повреждения) в виде закоксовывания канавок маслосъёмных колец с нарушением их подвижно-

сти, а также износ всех шатунных вкладышей с «проворотом» вкладышей первого цилиндра, повреждением шатуна, шейки коленчатого вала и поршня первого цилиндра. Остальные детали двигателя без следов износа работоспособны и исправны. Каталитический нейтрализатор автомобиля не разрушен и находится в работоспособном состоянии.

Причина возникновения недостатка в виде «залегания» маслосъёмных колец вызвана образованием нагара (шлака) на поверхностях поршня в результате горения моторного масла. Как правило, это происходит в результате длительной эксплуатации двигателя на моторном масле несоответствующего качества, в том числе в результате несвоевременного технического обслуживания.

Согласно сервисной книжке, владельцы автомобиля своевременно проходили ТО с заменой масла у официальных представителей производителя, то есть в данной части отсутствует нарушение правил эксплуатации, которое могло спровоцировать коксование канавок маслосъёмных колец.

Другой возможной причиной является влияние процесса разрушения катализатора на образование «залегания» поршневых колец. Частицы керамики попадают в двигатель через выпускной канал и клапан в камеру сгорания, размельчаются и образуют мелкодисперсный абразивный порошок. Соответственно, прежде всего, повреждаются детали цилиндропоршневой группы (ЦПГ): стирается рисунок хонингования на цилиндре, особенно в зоне движения поршневых колец, рабочая поверхность которых также ускоренно изнашивается. Попадание порошка в канавки поршневых колец способствует нарушению их подвижности и нагарообразованию и может привести к «залеганию» колец, особенно маслосъёмных, при этом в отложениях на поршне присутствует вещество катализатора. Это возможно установить проведением дифракционного анализа фрагмента отложений на поршне и сравнении его с веществом катализатора. В рассматриваемом случае керамический элемент катализатора находится в удовлетворительном состоянии, а рисунок хонингования не повреждён, то есть отсутствуют первичные признаки образования порошка и его воздействия на детали двигателя, следовательно, имеющееся состояние керамического элемента каталитического нейтрализатора не является причиной образования недостатков (неисправностей) обнаруженных в исследуемом двигателе.

Обобщая вышесказанное: коксование канавок поршней и соответственно «залегание» маслосъёмных колец автомобиля образовались в ре-

зультате эксплуатации автомобиля на масле несоответствующего качества, что при соблюдении владельцем правил эксплуатации означает некачественного выполнения проведённых ТО, соответственно данный недостаток имеет производственный характер, поскольку проведение и обеспечение ТО производилось уполномоченными производителем организациями.

Относительно второго установленного недостатка: износа шатунных вкладышей коленчатого вала, «проворота» вкладышей на первом цилиндре с последующим ударом поршня о головку блока цилиндров, необходимо отметить следующее. Подшипники скольжения, образованные вкладышами и шейками коленчатого вала, смазываются под давлением, создаваемым масляным насосом в общей системе двигателя. В случае периодического, либо постоянного недостатка смазки в какой-то паре трения, провоцируются условия активизации износа. Причём по мере износа увеличиваются зазоры в парах трения, в результате чего падает давление, повышается локальная температура, что продолжается вплоть до полного стирания антифрикционного слоя. После чего происходит «прихватывание» (прилипание) вкладыша к шейке и как следствие «проворот» вкладышей в нижней головке шатуна.

Установлено, что повреждения находятся только на шатунных вкладышах коленчатого вала, при исправном состоянии остальных поверхностей трения (коренные подшипники, постели распредвалов, вкладыши балансирных валов, маслонасос и т.д.), следовательно, в процессе эксплуатации в двигателе отсутствовало системное масляное голодание, которое однозначно бы спровоцировало износ не только шатунных вкладышей коленчатого вала, но и других деталей двигателя. Таким образом, первопричина износа в данном случае, локализована в качестве и конструкции вкладышей, организации их смазки. Поскольку износ произошёл в гарантийный период при соблюдении ТО, его следует считать преждевременным, а недостаток производственным. Оба обнаруженных недостатка залегание колец и преждевременный износ вкладышей связаны с качеством используемого моторного масла, которое не представлено для исследования, что вероятно и явилось первопричиной обнаруженных повреждений.

УДК 656.1/5

*Ш. А. Амирсейидов, Г. И. Кузин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Автомобилизация – это важная, полезная часть прогресса. Но этот процесс имеет ряд негативных последствий. И самый существенный из них – аварии на дорогах. Ежегодно на дорогах России погибают десятки тысяч людей. Если к этому добавить большое число лиц, получивших ранения, огромные материальные потери, то станет очевидной актуальность проблемы безопасности дорожного движения. В ходе технического прогресса особенно высокими темпами развивается транспорт, прежде всего автомобильный, являющийся связующим звеном между всеми отраслями единого хозяйственного механизма, в том числе и между другими основными видами транспорта: железнодорожным, водным, воздушным, трубопроводным. Интересы развития общества, производственные процессы требуют дальнейшего увеличения производительности транспортных средств, интенсификации транспортного конвейера, что, в свою очередь, напрямую связано с вопросами повышения эффективности безопасности дорожного движения.

Из этого следует необходимость развития сферы ОбДД. Темпы развития автомобильного транспорта в нашей стране достаточно высоки и превосходят соответствующие показатели для многих стран мира. Если учесть, что в настоящее время автомобилями перевозится большая часть всех грузов и пассажиров, то становится ясной необходимость бесперебойной и безопасной работы этого вида транспорта, максимального снижения негативных последствий массовой автомобилизации. Интересы защиты общества от тяжких последствий аварийности требуют активного использования всего комплекса предупредительных средств, в том числе мер уголовно-правового воздействия. В связи с этим возникает необходимость более глубокого и системного анализа посягательств на безопасность работы транспорта. Для наглядности, обратимся к статистическим данным и рассмотрим сравнительную статистику аварий со смертельным исходом.

Только за 2018 год на территории Российской Федерации зафиксировано порядка 170 тыс. дорожно-транспортных происшествий, в которых были зарегистрированы пострадавшие и погибшие. Суммарное количество ДТП: 168 099. Количество погибших в результате аварии 18 214 человек, а пострадавших 214 853. Динамика ДТП шокирует, ведь, если задуматься, 18 тыс. человек – это средний провинциальный городок. Выходит, что за 2018 год дорожно-транспортные происшествия стёрли с лица нашей страны целый город.

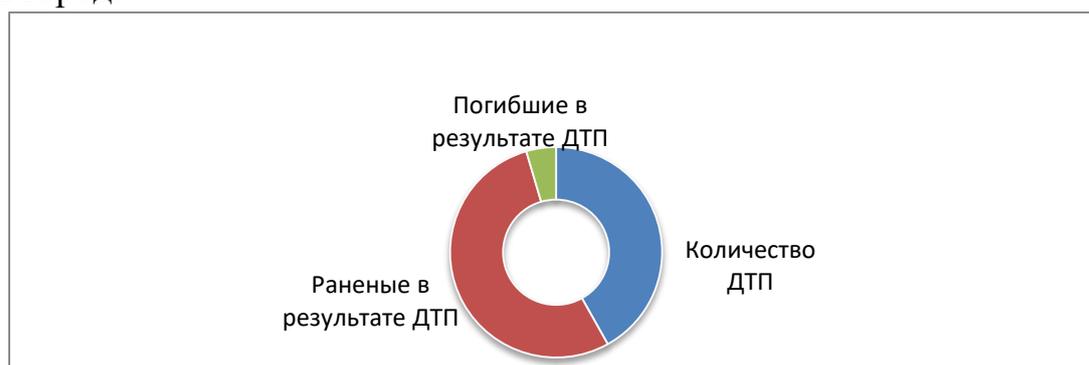


Рис. 1. Статистика ДТП, произошедших в России за 2018 год

Так же по итогам 2018 года в Европе установлен рекорд по числу смертей на дорогах. По данным Европейской комиссии, в прошлом году в 28 странах Старого света в ДТП погибло 25,1 тыс. человек. С одной стороны, это отличный показатель – никогда ранее в Европе не было такой низкой смертности в результате ДТП. С другой стороны, настораживает факт того, что, несмотря на повышение общего уровня безопасности автомобилей, постоянной борьбой с пьяными водителями и повышением штрафов за нарушение ПДД, по сравнению с 2017 годом смертность снизилась всего на 1 %...

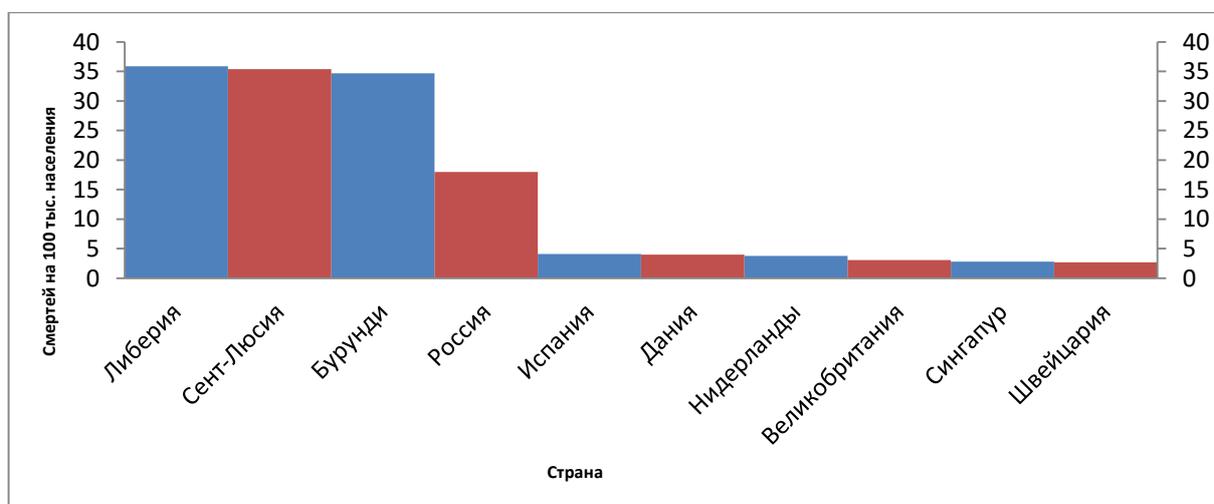


Рис. 2. Мировая статистика смертельных аварий

Как показывает статистика, высокая смертность от ДТП наблюдается в бедных странах. Эксперты отмечают, что это связано с неразвитой инфраструктурой, плохими дорогами и некачественным уровнем медицинского обслуживания, которое оказывается пострадавшим в ДТП людям. В тоже время, в списке стран с наибольшей смертностью на дорогах нельзя найти экономически развитых стран, которые, очевидно, обеспечивают надлежащие условия для движения авто и максимально уделяют внимания безопасности на дорогах. В среднем ежегодно в мире от ДТП погибает более миллиона человек. Последняя версия отчета, выпущенная ВОЗ, отображает итоги 2018 года.

Возникает вопрос: как сократить смертность на дорогах страны и мира? В первую очередь это необходимо делать за счёт Основных принципов обеспечения безопасности дорожного движения. Ими являются:

1. Приоритет жизни и здоровья граждан, участвующих в дорожном движении, над экономическими результатами хозяйственной деятельности;
2. Приоритет ответственности государства за обеспечение безопасности дорожного движения над ответственностью граждан, участвующих в дорожном движении;
3. Соблюдение интересов граждан, общества и государства при обеспечении безопасности дорожного движения;
4. Программно-целевой подход к деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения.

Краткий смысл этих пунктов сводится к следующему: при планировании каких-либо мероприятий, связанных с организацией дорожного движения, прежде всего должны учитываться последствия реализации этих мероприятий с точки зрения возникновения опасности жизни и здоровья граждан, а уже потом экономический эффект от реализации этих мероприятий. И именно на государство возложена задача по контролю над обеспечением безопасности дорожного движения.

Кроме этого необходимо тщательно контролировать исполнение требований к организации деятельности по обеспечению безопасности перевозок пассажиров и грузов. Сами требования представлены тремя основными критериями:

1. Обеспечение профессиональной компетентности и профессиональной пригодности работников субъекта транспортной деятельности;

2. Обеспечение соответствия транспортных средств, используемых в процессе эксплуатации, требованиям законодательства Российской Федерации о техническом регулировании;

3. Обеспечение безопасных условий перевозок пассажиров и грузов, включая перевозки в особых условиях.

Вывод: исходя из представленной информации, выходит, что комплекс мер по организации безопасности дорожного движения в первую очередь направлен на сохранение самого ценного и наиболее строго ограниченного невозполнимого ресурса в природе – человеческой жизни. Статистические данные наглядно показывают, что малейшие изменения в ОбДД сильно отражаются на количестве сохранённых жизней. Конечно, если сравнивать статистику начала эпохи автомобилизации и современности, отлично виден колоссальный результат, которого добилось человечество в общем и наша страна в частности, но при этом данное направление требует более интенсивного развития с целью сохранения наибольшего количества драгоценного «ресурса». Ведь показатели смертности в результате ДТП некоторых стран заставляют ужаснуться, по сей день. А это значит что нам необходимо большее количество специалистов данного направления и более внимательное и детализированное изменение законодательства.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Показатели состояния безопасности дорожного движения. [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.gibdd.ru> (дата обращения 19.11.2019).
2. Всемирная организация здравоохранения. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/g> (дата обращения 19.11.2019).

УДК 614.8

*В. М. Баландин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ТРАНСПОРТНЫЕ РИСКИ И ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ**

Современный человек живёт в условиях принципиально новой среды обитания – техносферы. Удобства и безопасность, которые дала человечеству техносфера имеют обратную сторону – повышенные риски для здоро-

вья и жизни ввиду постоянного окружения человека механизмами, машинами, транспортом.

Любое транспортное средство независимо от его класса и размера представляет потенциальный риск здоровью и жизни человека, т.к. оно вступает в тесный контакт с человеком. Риски при эксплуатации возникают в процессе использования воздушных и морских судов, железнодорожных составов, автомобильного транспорта. Последний вид следует отметить в отдельную категорию опасности, потому что интенсивность эксплуатации и количество транспортных единиц в сегменте автомобильного транспорта максимально высокие.

Несмотря на схожесть проблемы безопасности на транспорте в техносфере каждая из транспортных областей имеет свою специфику эксплуатации и слабые стороны, поэтому поддержание и регулирование безопасности транспорта должно происходить с учётом индивидуальных особенностей транспортной отрасли.

В случае с поддержанием безопасности эксплуатации железнодорожного транспорта речь идёт про выполнение следующих мер:

- поддержание исправности и функционала железнодорожных путей, составов;
- проведение плановых осмотров работоспособности механизмов, деталей железнодорожного транспорта;
- использование автоматических и полуавтоматических систем управления транспортом на станциях, перегонах;
- внедрение автоматизированных и механизированных способов обслуживания железнодорожного транспорта на станциях и депо;
- улучшение конструктивных особенностей подвижных составов;
- регулярное обновление железнодорожного парка;
- периодическое обучение работников, обслуживающих транспорт, и проверка их навыков и знаний.

Безопасная эксплуатация водного транспорта невозможна без:

- чёткого следования эксплуатационными работниками, плавсоставом уставной и нормативно-распорядительной документации по обслуживанию судна и работ, проводимых на нём;
- поддержания технического оснащения судна и его обслуживающего состава на необходимом уровне;
- соблюдения норм и правил местного судоходства.

Безопасная эксплуатация воздушного транспорта включает:

- точное соблюдение правил поведения в воздушном пространстве;
- поддержание и контроль состояния эксплуатации воздушного судна на регулярной основе;
- наличие соответствующих задачам специалистов для обслуживания и эксплуатации воздушного транспорта.

Эксплуатация автотранспорта на безопасной основе подразумевает:

- постоянное улучшение конструктивных особенностей автотранспорта: улучшение тормозной системы, повышение устойчивости автомобиля, улучшение манёвренности;
- развитие систем безопасности автомобиля: использование прочных конструкций кузова, обустройства салона подушками и ремнями безопасности;
- внедрение электронных систем, упрощающих управление транспортным средством по типу *ABS*, *BA*, *EBD*;
- отказ от старого автотранспорта и переход на современные машины, соответствующие более жёстким и современным требованиям по безопасности эксплуатации и надёжности;
- внедрение ресурсосберегающих технологий, поиск новых источников топлива, которые не несут рисков человеку и окружающей среде;
- контроль качества дорожного покрытия и поддержание его стандартов на круглогодичной основе по всей инфраструктуре дорог.

Очевидно, что безопасность эксплуатации на транспорте и в техносфере складывается из множества компонентов, которые дополняют друг друга. В первую очередь это личная ответственность человека, поддержание состояния транспорта не ниже уровня заявленных требований по эксплуатационным характеристикам и нормам безопасности, контроль за исполнением требований. Взаимодействие эксплуататоров, контролирующих органов и нормативно-правовой базы в транспортной сфере должны создать безопасную среду в техносфере и поддерживать её постоянство.

Рассмотрим главные проблемы безопасности на транспорте через призму автотранспорта.

Во-первых, это высокий уровень аварийности. Ежегодно в России происходит 160 000 ДТП. Из них около 18 000 с летальным исходом и 210 000 случаев с получением травм различной сложности. Статистика аварийности носит удручающий характер и показывает неоднородность по

территории России. Проблема высокой аварийности на дорогах носит сложный социально-экономический характер и наносит огромные ежегодные убытки всей транспортной сфере. На аварийность в первую очередь влияют следующие составляющие:

- человеческий фактор. Становится причиной небезопасной эксплуатации транспорта в более чем 70 %. Халатность, низкая самооценка, слабая культура вождения, нарушение и игнорирование ПДД провоцируют риски аварийной эксплуатации транспорта;

- загруженность дорог. Высокая интенсивность эксплуатации дорог с формированием регулярных проблемных участков дестабилизируют ситуацию и вынуждают участников движения изначально действовать в неблагоприятных условиях. Данная проблема особенно характерна для крупных населённых пунктов, где сохранилась старая дорожная инфраструктура, не соответствующая нынешним потребностям транспорта;

- неоднородность качества дорожного покрытия. В хорошем состоянии эксплуатации находятся лишь федеральные трассы. На их долю приходится не более 11 % от всей дорожной инфраструктуры. Такой разрыв по состоянию дорожного покрытия, частота его обновления неминуемо повышают риски эксплуатации транспорта в разы;

- плохая освещённость дорог. Достаточным уровнем освещённости обладает только 32 % дорог в РФ. В большинстве своём это федеральные трассы или дороги на территории мегаполисов. Недостаток света в зимнее время повышает аварийность на дороге в 3-3,5 раза.

Во-вторых, несовершенство законодательной базы в сфере транспорта, его эксплуатации и обслуживания. Несмотря на разнообразные федеральные программы, проекты, законодательные акты в сфере эксплуатации транспорта большинство этих мер носит разрозненный характер. Дополнительно затрудняют ситуацию такие моменты как:

- большая разница между центральной Россией и регионами. Основная часть программ проводится в Московской области и соседних районах, в то время как в регионах ситуация пущена на самотёк;

- слабый контроль за реализацией проведённых мероприятий. Нехватка контролирующих органов и исполнителей оценочных работ в сфере транспорта не позволяет поддерживать безопасный уровень эксплуатации автотехники и машин. Большое количество старых и небезопасных авто-

мобилей на дороге многократно повышает аварийность с числом летальных случаев;

- низкая ответственность. Системы штрафов и административных наказаний за нарушение безопасности эксплуатации транспортных средств низки и никак не стимулируют человека соблюдать элементарные нормы безопасности и правила.

В-третьих, слабая поддержка населения в приобретении доступного автотранспорта для личных целей. Свыше 62 % автомобилей в РФ – это машины с пробегом, четверть из них была участниками ДТП. Чрезмерно высокая стоимость новых автомобилей делает их недоступными массовому потребителю, заставляет искать транспорт на вторичном рынке по более привлекательной стоимости.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дьяков И. Ф. О некоторых проблемах развития транспортной системы России / И. Ф. Дьяков. – Ульяновск: Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева, 2008. – 169 с.
  2. Малых Г. И. Надёжность техники – основа безопасности всей техносферы и жизнедеятельности людей / Г. И. Малых. – Иркутск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2007. – 111 с.
  3. Русаков В. З. Безопасность автотранспортных средств в эксплуатации / В. З. Русаков. – М., 2005. – 35 с.
- Шаповалова И. С. Техносфера России: проблемы развития и риски / И. С. Шаповалова – М: Вестник института социологии, 2016. – 137 с.

УДК 621.436

*Е. А. Баландина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **АНАЛИЗ РИСКА ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

Пониженная температура оказывает влияние на динамику качества конструкционных и эксплуатационных материалов, обрабатываемого сырья, которые затрудняют функционирование и качество автомобилей. Снижение температуры ухудшает процесс срабатывания двигателя, стре-

мительным образом повышается сопротивление движению в результате того, что смазочные материалы становятся густыми, в связи с чем, мощность приборов увеличивается, эксплуатационные свойства рабочих жидкостей, резиновых и пластмассовых деталей, электронных и электрических приборов становятся хуже, что оказывает влияние на безопасность использования машины (рис. 1). Оказание влияния со стороны неблагоприятных природных условий приводит к снижению качества функционирования приборов в холодное время года, а также приводит к увеличению показателей потока отказов отдельных частей техники.

В качестве основания возникновения усиленных эксплуатационных затрат выступает динамика параметров и свойств смазочных материалов и рабочих жидкостей в процессе оказания влияния пониженных температур. Общеизвестно, что в процессе перемены температурного режима меняется и плотность масел, что выражается в потере их мобильности, в результате чего повышаются шансы скорой амортизации машины из-за пар трения, следовательно, повышается поток отказов тех или иных частей устройства (рис. 2).

Со снижением температурного режима для многих металлов и сплавов при температуре  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  уменьшается свойство пластической деформации. Противодействие подобной эрозии определяется как хрупкая прочность, а способность металлов хрупкого разрушения в процессе уменьшения температурного режима определяется как хладноломкость.

Когда температура достигает  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  формируются отказы, которые связаны с влиянием пониженных температур на эксплуатационные качества пластмассовых и резиновых элементов прибора. Резиновые детали сначала становятся менее эластичными, после чего превращаются в хрупкие, потеря герметичности уплотнительных деталей ведёт к тому, что различные жидкости и воздух утекают. В результате этого резиновые детали трескаются, из-за чего теряют свои функциональные способности, поскольку изоляция проводов портится, вследствие чего электрооборудование замыкают и отказывают (рис. 3, 4).



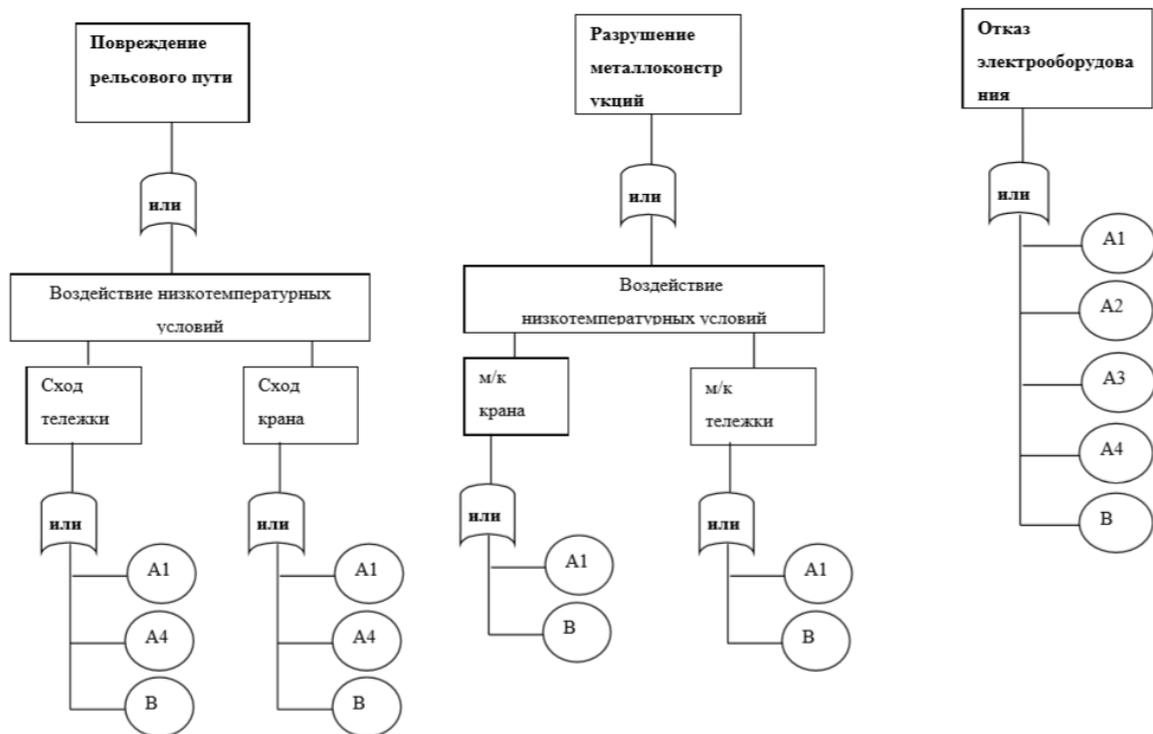


Рис. 3. Деревья отказов: повреждения рельсового пути, разрушение м/к, отказа электрооборудования при воздействии низких температур

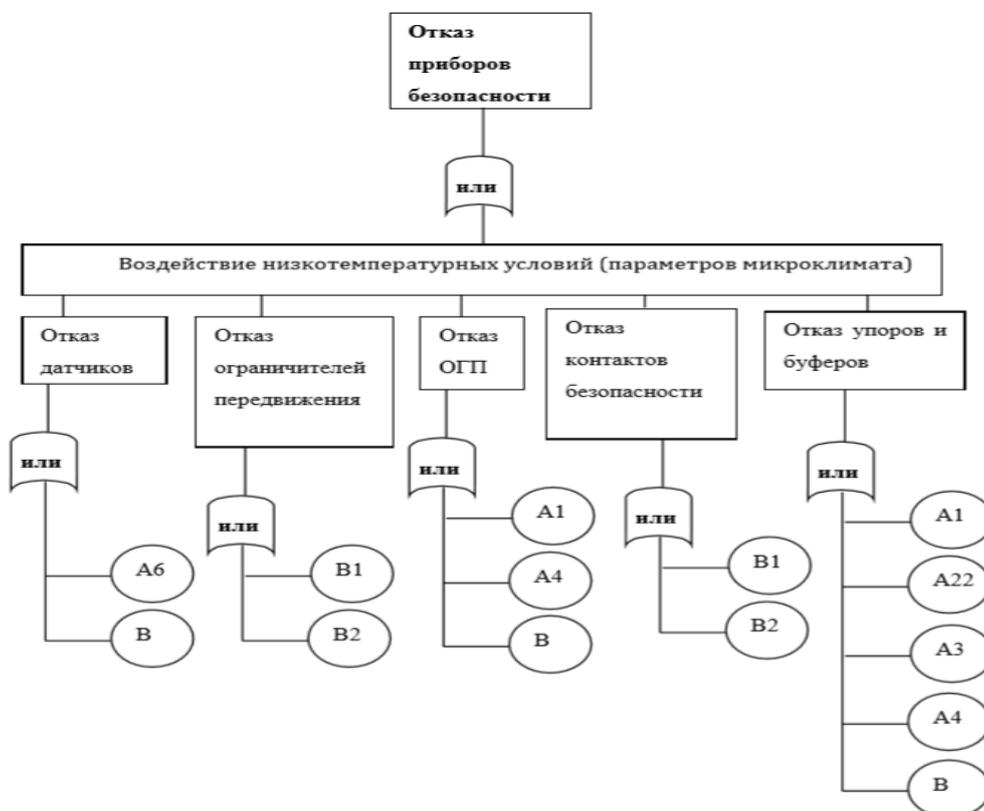


Рис. 4. Дерево отказов прибора безопасности при воздействии низких температур

Обозначение:

A1 – Хладноломкость сплавов сталей и металлов;

A2 – Хрупкость резинотехнических изделий;

A3 – Хрупкость пластических масс и пластиков;

A4 – Загустевание рабочих жидкостей и смазочных масел;

A5 – Воздействие низких температур непосредственно на элемент;

A6 – Загустевание крепёжной жидкости (клей);

B – Ошибка персонала: B1 (условия работы, СИЗ); B2 (халатное отношение).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ветошкин А. Г., Таранцева К. Р. Техногенный риск и безопасность. – Москва: Изд-во Инфа-М, 2015. – с.: ил., библиогр. – 198 с.
2. Тышкевич Л. Н., Журавский Б. В. Повышение эффективности эксплуатации транспортных машин в условиях низких отрицательных температур. / Вестник сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Омск: Из-во Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2016. – с. 36-41.

УДК 621.642.88

*Е. А. Баландина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ СЦЕНАРИЕВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ**

Сценарий определяется как характеристика таких событий, как: фаза инициирования аварии, иницирующее событие аварии, аварийный процесс и чрезвычайная ситуация, потери в результате аварии, в том числе особые количественные описания событий аварии, их пространственно-временные величины и причинно-следственные связи.

Вместе с этим проводятся процедуры по уничтожению аварии и устранения её последствий. В эти процедуры включаются спасательно-неотложные и аварийно-восстановительные работы, оказание экстренной медицинской помощи, мероприятия по восстановлению нормальной жизнедеятельности в зоне поражения, включая реставрацию систем жизнеобеспечения, устранение последствий экологического характера. Потери в

результате аварии выступают в качестве количественной оценки последствий аварии, возникающие в связи с воздействием различных источников аварии. Все аварии могут обладать этапами развития, если определённые условия будут сочтены, аварийная ситуация может прекратиться, перескочить на другой этап развития.

Аварийные ситуации, которые имеют самые тяжёлые последствия, можно охарактеризовать таким образом: происходит полная деструкция цистерны, при котором происходит сильный выброс нефти, а также такая ситуация связана с неправильностью действий со стороны сотрудников для ликвидации аварийной ситуации.

Самые типичные аварийные ситуации с наибольшей вероятностью и с наименьшими последствиями характеризуются неполной деструкцией цистерны прибора и утечкой нефти из пробоин, которые имеют диаметр 10 – 30 мм. В процессе определения этапов появления аварийных ситуаций на технологическом блоке и вне его границ для всех этапов перехода аварийной ситуации в следующий анализируются причины появления, перехода данной ситуации на следующий этап, даётся оценка её исходу, устанавливаются наилучшие методы и способы профилактики и ликвидации.

В соответствии с результатами анализа ожидается деструкция технологических приборов, сопровождающаяся появлением взрывов и очагов пожара.

Аварии, которые связаны с деструкцией технологических приборов и трубопроводов и выбросами взрывопожароопасных веществ можно сопоставить и практически можно представить посредством типового сценария, который учитывает преимущественно угрожающее развитие аварии.

Аварийная ситуация может развиваться по следующим курсам:

1. Выход продукта из технологического оборудования частично или полностью – разлив нефти – появление наружных взрывоопасных концентраций технологических приборов – воспламенение парогазовой фазы – пожар;

2. Оказание влияния пожара на технологические приборы с нефтью – нагревание нефти до той температуры, которая превышает температуру кипения – увеличение внутреннего давления оборудования – разрыв приборов – ударная волна – разлив пылающей нефти – пожар;

3. Выход продукта из технологического оборудования частично или полностью – разлив нефти – пожар места, где пролилась нефть.

Вероятные сценарии появления и развития аварий на объекте представлены в таблице 1.

К взрывопожароопасным веществам на АЗС относятся такие, как: в блоке 1 – до 60 т дизельного топлива, до 60 т бензина автомобильного; в блоке 2 – до 80 т дизельного топлива, до 80 т бензина автомобильного; в блоке 3 – до 0,172 т дизельного топлива, до 0,16 т бензина автомобильного.

Обстоятельства, которые оказывают влияние на появление и развитие аварии:

1. Вероятность формирования рисков такой аварийной ситуации, как выброс нефти в результате дефектов ТРК (по длительности закрытия ручной запорной арматуры 300 с и производительности 50 л/мин – ДТ – 0,172 т, Б – 0,16 т);
2. Техническое состояние топливно-раздаточных колонок;
3. Существование электрических приборов, которые оказывают влияние на формирование электрических зарядов;
4. Низкий уровень подготовки обслуживающего персонала;
5. Отсутствие топливно-раздаточных колонок или наличие на них различного рода дефектов.

**Таблица 1 – Вероятные сценарии появления и развития аварий**

Номер блока	Номер сценария	Описание сценария
Блок № 1 Железнодорожная эстакада с ж/д цистерной	1	Выход нефти из ж/д ёмкости частично или полностью: разлив нефти в пределах комплекса резервуаров и сливо-наливных оборудований; формирование взрывоопасных концентраций нефти; воспламенение парогазовой фазы нефти; оказание влияния ударной волны воспламенения на приборы, здания, сооружения, сотрудников; пожар; тепловое влияния на технические приборы и сотрудников
	2	Оказание влияния очага пожара на ж/д ёмкость с нефтью: нагревание нефти до той температуры, которая превышает температуру кипения; увеличение внутреннего давления ёмкости; разрыв ёмкости; влияние ударной волны взрыва на приборы, здания, сооружения, сотрудников; разлив пылающей нефти; тепловое влияния на технические приборы и сотрудников

Номер блока	Номер сценария	Описание сценария
	3	Выход нефти из ж/д ёмкости частично или полностью: разлив нефти в пределах комплекса резервуаров и сливо-наливных оборудований; воспламенение пролива нефти; тепловое влияния на технические приборы и сотрудников
Блок № 2 Резервуары хранения нефтепродуктов	1	Выход нефти из ёмкости для хранения в процессе заполнения из ЖЦ частично: разлив в пределах комплекса резервуаров и сливо-наливных оборудований; формирование взрывоопасных концентраций нефти; воспламенение парогазовой фазы нефти; оказание влияния ударной волны воспламенения на приборы, здания, сооружения, сотрудников; пожар; тепловое влияния на технические приборы и сотрудников
	2	Выход нефти из ёмкости для хранения в процессе заполнения из ЖЦ частично: разлив в пределах комплекса резервуаров и сливо-наливных оборудований; воспламенение пролива нефти; тепловое влияния на технические приборы и сотрудников
Блок № 3 Топливораздаточные колонки	1	Выход нефти из ТРК: разлив в пределах комплекса резервуаров и сливо-наливных оборудований; формирование взрывоопасных концентраций нефти; воспламенение парогазовой фазы нефти; оказание влияния ударной волны воспламенения на приборы, здания, сооружения, сотрудников: пожар; тепловое влияния на технические приборы и сотрудников
	2	Выход нефтепродукта из ТРК: разлив в пределах комплекса резервуаров и сливо-наливных оборудований; воспламенение пролива нефти; тепловое влияния на технические приборы и сотрудников

Вероятные источники аварий:

1. Физическая амортизация, различные дефекты топливораздаточных колонок;
2. Природное или техногенное воздействие извне;
3. Стороннее незаконное вторжение в работу организации и терроризм.

Вероятные зоны действия поражающих факторов рассчитывались с помощью Справочно-расчётной системы по пожаровзрывобезопасности ПВ – БЕЗОПАСНОСТЬ Версия 3.X Copyright (C) ТехноСофт (R).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности», утверждены Приказом Ростехнадзора РФ от 29.06.2016 № 272.
2. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценке риска аварий на опасных производственных объектах»; приказ Ростехнадзора РФ от 11.04.16 г. № 144.
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Склады нефти и нефтепродуктов», утверждены приказом Ростехнадзора РФ от 07.11.2016 г. № 461.
4. Оценка последствий аварий на автозаправочных станциях / Ю. С. Радченко // Труды БГТУ. Серия 4: Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2008. № 4. Том 1. С. 125-131.

УДК 616.12

*Е. А. Баландина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК ВОДИТЕЛЯ АВТОТРАНСПОРТА**

Согласно статье 209 Трудового кодекса Российской Федерации, под профессиональным риском понимается вероятность причинения вреда здоровью работника в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов в процессе исполнения трудовых обязанностей.

Специальная оценка трудовых условий, которая была введена в 2014 году вместо аттестации рабочих мест, нуждается в определении трудовых условий, таких как вредные, допустимые и опасные, также нуждается в определении некоторых льгот по отношению к работникам, учитывая оценку профессиональных рисков. В течение 7-летнего периода оценка профессионального риска осуществлялась на основании руководства Р 2.2.1766-03.2.2 «Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство» [1], регистрация которого не была осуществлена Министерством юстиции Российской Федерации, следовательно, данный документ имел лишь форму рекомендаций, но на тот момент иные подобные утвержденные государством документы в этой об-

ласти отсутствовали, ввиду чего тариф страхового взноса работодателя, в обязанности которого входит страхование работников от несчастных производственных случаев и профессиональных заболеваний согласно Федеральному закону от 24 июля 1998 года № 125-ФЗ, далеко не всегда показывал действительность возникновения профессионального риска. Страховой тариф находился в зависимости от класса профессионального риска, устанавливался на основании классификатора видов экономической деятельности по классам профессионального риска без учёта индивидуального риска того или иного работника, к примеру, оставались без внимания возраст, трудовой стаж, уровень травмирования, период времени осуществления деятельности во вредных условиях работника.

Итак, такой вид экономической деятельности, как грузоперевозки, были отнесены к 6 классу из 32 профессионального риска, пассажироперевозки были отнесены к 7 классу, и лишь деятельность таксистов отнесли к 8 классу профессионального риска. Хотя всем известно, что смертельные риски на автотранспортах в Российской Федерации являются достаточно высокими. На основании статистики ГИБДД за 2018 год произошло **168 099** аварий, среди которых погибли 18 тыс. человек, и 214 тыс. человек получили травмы.

В последнее время проблема автотранспорта как источника повышенной опасности обрела всё более обострённую форму, и это связано с тем, что число транспортных средств с каждым годом становится больше, а их использование становится более частым.

На начало 2019 года парк легковых автомобилей в Российской Федерации приравнивается к 57,5 млн. автомобилей в соответствии с данными «Автостат». Наибольшее количество из них – легковые, их 43,5 млн. штук.

Выпуск автомобиля, который не зарегистрирован в соответствующем порядке или не прошел технический осмотр, и обладает теми или иными дефектами, которые повышают опасность его использования, влечет к привлечению административной ответственности в форме административного штрафа на должностных лиц.

Должны проводиться соответствующие процедуры, которые допускают работника к выполнению его трудовых функций. Перед тем, как выйти на работу, в обязанности водителя входят прохождение медосмотра с соответствующей отметкой в путевом листе и записью в журнале предрейсовых медицинских осмотров, прохождение инструктажа по безопасности дорожного движения с пометкой об этом в путевом листе, а также предо-

ставление автомобиля на техосмотр. Лишь после прохождения данных мероприятий можно воспользоваться транспортным средством. Статьей 213 Трудового кодекса Российской Федерации и п. 1 ст. ст. 20, 23 Закона № 196-ФЗ устанавливается проведение медосмотров водителей организаций, занимающихся перевозками, перед выходом на смену в обязательном порядке. Для осуществления такого медицинского осмотра необходимо наличие специально отведённого для этих целей помещения. Водители могут быть допущены к исполнению своих трудовых обязанностей, только если имеется путевой лист, и нет никаких отклонений состояния здоровья, и нет признаков употребления спиртного, наркотических и других запрещенных веществ и препаратов. В качестве основания для отрицательного медицинского заключения выступает обнаружение признаков болезни, нетрезвое состояние и нарушение трудового режима и отдыха водителя.

Проверка транспортного средства выступает в качестве следующего обязательного мероприятия и включает в себя:

1. Осуществление проверки наличия соответствующих документов на автомобиль;
2. Внешний осмотр автомобиля, включающий в себя проверку наличия государственного регистрационного знака, проверку функционирования звукового сигнала, световых приборов, стеклоочистителя и омывателя;
3. Осмотр тормозной системы на наличие повреждений;
4. Осуществление проверки функционирования тормозной системы на соответствие правилам эффективного торможения ГОСТу Р 51709-2001;
5. Осуществление проверки на наличие аварийного знака и медицинской аптечки.

Для того чтобы создать комфортабельные условия труда водителя должно осуществляться обеспечение стабильности оптимальных или допустимых норм микроклимата в водительской кабине не позже, чем спустя 30 минут после того, как начнётся непрерывное движение транспортного средства.

В прохладное время года в кабинах грузовых автомобилей и автобусов в качестве оптимальных норм температуры следует считать 18-20 °С при относительной влажности - 60-40 % и скорости движения воздуха – не более 0,2 м/с. В тёплое время температура должна поддерживаться в рамках 21-23 °С при относительной влажности - 60-40 % и скорости движения

воздуха – не более 0,3 м/с. В целях защиты от солнца нужна установка защитных козырьков, защитных стёкол и шторок. Нельзя допускать, чтобы стекла в кабине потели и обмерзали [2].

В качестве причины каждой третьей автомобильной аварии со смертельным исходом выступает переутомление водителя. Во избежание подобных случаев водителям необходимы перерывы в процессе вождения автомобиля. При осуществлении междугородних перевозок допустимое время непрерывного управления транспортом не должно быть более 3 ч, водитель должен остановиться на 15-минутный отдых.

В целях отслеживания трудового режима и отдыха водителя наилучшим способом является применение тахографа, то есть контрольного устройства, которое устанавливается на борту транспортного средства. Тахографом осуществляется обработка электрического сигнала импульсного датчика пути/скорости, устанавливаемого на коробке передач, и регистрируется длительность проведения в движении автомобиля. Установка такого прибора является обязательным в отношении автобусов, имеющих более 20 мест, и грузовых транспортных средств, разрешённая масса которых составляет более 15 тонн, которыми производятся междугородные перевозки.

Если будут осуществлены все ранее перечисленные мероприятия, профессиональные риски водителей будут существенным образом снижены. Для того чтобы оценивать профессиональные риски с января 2011 года система стандартов безопасности труда ввела ГОСТ Р 12.0.010-2009, который закрепил понятие риска как сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба. Оценка рисков должна осуществляться при помощи прямых и косвенных методов. В этих целях в организации по спецоценке условий труда, прошедшей аккредитацию, в комиссии в обязательном порядке должен принимать участие санитарный врач в качестве эксперта. Помимо этого, в 2014 года была принята методика для оценки профессионального риска водителей транспортных средств МР 2.2.0085-14, позволяющая давать оценку индивидуальному риску в процессе осуществления специальной оценки рабочего места в соответствии с условиями труда.

Итак, при помощи оценки профессиональных рисков вводится индивидуальный подход, и страхуются реальные профессиональные риски.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оценка и прогноз профессиональной надёжности и профессионального риска водителей различных автотранспортных средств. Методические рекомендации. МР 2.2.0085-14. Электронный ресурс. [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293766/4293766794.htm/> (дата обращения 30 сент. 2019 г.).
2. Охрана труда на автомобильном транспорте: учебное пособие / Туревский И. С. – М: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, – 2009. – 240 с.
3. Годовая статистика от ГИБДД. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.1gai.ru/publ/522047-gibdd-opublikovala-godovuyu-statistiku-dtp-za-2018-god.html> (дата обращения 30 сент. 2019 г.).
4. Автостат. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/37990/> (дата обращения 30 сент. 2019 г.).

УДК 629.113.004: 656.56

*Ив. В. Денисов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ, СВЯЗАННЫХ С НАЕЗДОМ НА ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО В ПОПУТНОМ НАПРАВЛЕНИИ В СЛУЧАЕ НЕИСПРАВНОСТИ У НЕГО СТОП-СИГНАЛОВ**

Анализ статистических данных в области безопасности дорожного движения показывает, что доля дорожно-транспортных происшествий (ДТП) связанных с техническими неисправностями автотранспортных средств возросло за последние пять лет и на данный момент времени составляет порядка 4 % от общего их количества в Российской Федерации [3]. На рисунке 1 представлена гистограмма распределения количества ДТП, погибших и раненых по причине технической неисправности автотранспортных средств в Российской Федерации. Анализ технических неисправностей автотранспортных средств приводящих к ДТП позволил выделить следующее: на отказ фар приходится 4 % ДТП от общего их количества совершенных по причине технических неисправностей автомобилей, на отказ стоп-сигналов и указателей поворота 1,7 % ДТП, на отсутствие или отказ габаритных огней 1,5 % ДТП.

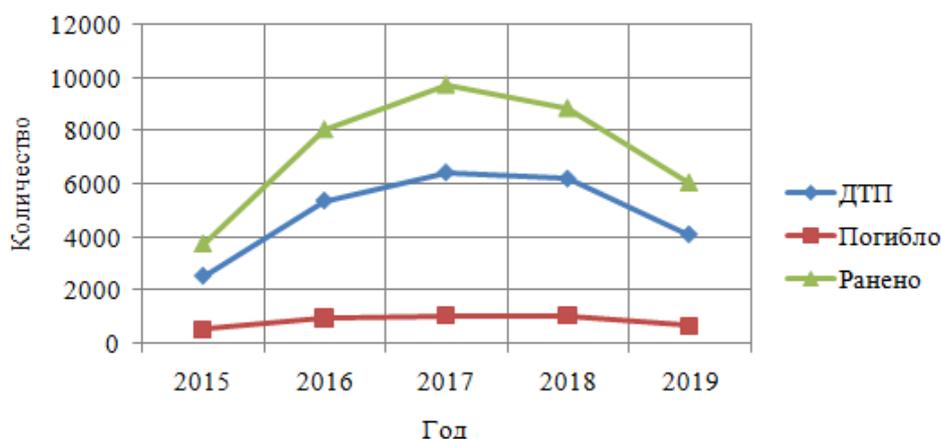


Рис. 1. ДТП из-за эксплуатации технически неисправных ТС в Российской Федерации [3]

Достаточно часто возникают ДТП связанные с наездом на впереди идущее транспортное средство при неисправности (незагорание) у него стоп-сигналов в случае его торможении. Анализ таких дорожно-транспортных ситуаций (далее ДТС) имеет ряд особенностей, в частности сигналом для осуществления каких либо действий водителем движущегося позади идущего автомобиля служит не стоп-сигнал, а его установившееся замедление, которое он приобретает через определённое время после начала торможения [2].

Расследование таких ДТП сопровождается обязательным отысканием ответов на два наиболее важных вопроса [2,4]:

- 1) не была ли выбранная водителем дистанция меньше минимально необходимой в сложившейся дорожной обстановке?
- 2) была ли техническая возможность у водителя автотранспортного средства, движущегося позади, избежать столкновения с впереди идущим автомобилем?

Для ответа на первый вопрос необходимо определить минимально необходимую дистанцию между следующими друг за другом автомобилями по формуле [2]:

$$D_{\min} = \frac{V_a}{3,6}(T_3 - 0,5t_{3n} + t_{2n}) + \frac{V_a^2}{26} \frac{(j_n - j_3)}{j_n j_3}, \quad (1)$$

где  $V_a$  – скорость ТС;

$T_3$  – время приведения в действие тормозов ТС, следующего позади;

$j_3, j_n$  – замедление соответственно заднего и переднего ТС;  
 $t_{2n}$  – время запаздывание срабатывания тормозного привода переднего ТС;  
 $t_{3n}$  – время реакции водителя заднего ТС.

После расчётов минимально необходимой дистанции сравнивают полученное значение с фактической дистанцией между автомобилями в сложившихся дорожных условиях. Минимально необходимая дистанция между автомобилями должна быть меньше фактической дистанции, так как только в этом случае можно сделать заключение о правильности выбора дистанции следования водителем позади идущего транспортного средства.

Следующим шагом будет определение дистанции между следовавшими друг за другом автотранспортными средствами в момент установившегося замедления в случае незагорания стоп-сигналов по формуле [2]:

$$D_2 = \frac{V}{3,6} (t_{13} + t_{23} + 0,5t_{33} + 0,5t_{3n}) + \frac{V^2}{26} \frac{(j_n - j_3)}{j_n j_3}, \quad (2)$$

где  $t_{13}$  – время реакции водителя автомобиля следовавшего сзади;

$t_{23}$  – время запаздывания срабатывания тормозного привода заднего автомобиля;

$t_{33}$  – время нарастания давления в тормозной системе автомобиля следовавшего сзади.

После расчёта дистанции между автомобилями, при установившемся замедлении впереди идущего, сравнивают её с фактической дистанцией между транспортными средствами в сложившихся дорожных условиях. По аналогии с вышеприведённым условием дистанция  $D_2$  между транспортными средствами должна быть меньше фактической дистанции в противном случае при торможении первого автомобиля столкновение с ним будет неизбежно.

Для ответа на второй вопрос необходимо определить расстояние удаления следовавшего автомобиля по формуле [2]:

$$S_a = D_2 + \frac{V_a \cdot 0,5(t_{2n} + t_{3n})}{3,6} \quad (3)$$

После этого необходимо найти остановочный путь следовавшего позади автомобиля по следующей формуле [2]:

$$S_o = \frac{V}{3,6}(t_{1з} + t_{2з} + 0,5t_{3з}) + \frac{V^2}{26j_з} \quad (4)$$

Если остановочный путь следовавшего позади автомобиля меньше расстояния удаления до впереди идущего транспортного средства, то водитель имел техническую возможность избежать ДТП, в противном случае этой возможности не было.

Используя формулы 1, 2, 3 и 4 выполним расчёт дистанций, расстояния удаления и остановочного пути в зависимости от скорости в диапазоне 40-100 км/ч. Исходные данные для расчёта возьмём из работ [1,2]. Результаты расчёта сведём в таблицу 1.

Из таблицы 1 видно, что минимально допустимый интервал следования до впереди идущего автомобиля даже при скорости 40 км/ч составляет не менее 12,6 м, а при скорости 60 км/ч, характерной для городов и населённых пунктов, составляет 18,3 м. В реальности автомобилисты очень редко соблюдают правильную дистанцию между попутно движущимися автотранспортными средствами, а если и соблюдают, то в создавшийся интервал встраиваются другие автомобили.

**Таблица 1 – Результаты расчёта**

$V_a$ , км/ч	$j_з$ , м/с <sup>2</sup>	$j_n$ , м/с <sup>2</sup>	$t_{3n}$ , с	$t_{2n}$ , с	$t_{1з}$ , с	$t_{2з}$ , с	$t_{3з}$ , с	$D_2$ , м	$D_{min}$ , м	$S_a$ , м	$S_o$ , м
40	6,8	6,3	0,35	0,1	1,2	0,1	0,35	17,6	12,6	20,1	25,4
50	6,8	6,3	0,35	0,1	1,2	0,1	0,35	21,7	15,5	24,9	34,6
60	6,8	6,3	0,35	0,1	1,2	0,1	0,35	25,8	18,3	29,6	44,9
70	6,8	6,3	0,35	0,1	1,2	0,1	0,35	29,8	21,1	34,2	56,3
80	6,8	6,3	0,35	0,1	1,2	0,1	0,35	33,7	23,7	38,7	68,9
90	6,8	6,3	0,35	0,1	1,2	0,1	0,35	37,6	26,3	43,2	82,6
100	6,8	6,3	0,35	0,1	1,2	0,1	0,35	41,3	28,8	47,5	97,5

Если сравнивать дистанцию  $D_2$  и расстояние  $S_a$ , то с увеличением скорости движения водителям позади движущегося транспорта нужно быть предельно внимательными и сконцентрированными при обнаружении неисправности стоп-сигналов у впереди идущего автотранспортного средства, так как в этом случае реагировать уже приходится не на яркие красные лампочки фар, а на изменение скорости его движения и определения установившегося замедления, что в разы сложнее и занимает больше времени.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балакин В. Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. – 136 с.
2. Бекасов В. А. и др. Автотехническая экспертиза. – Юриздат, 1967.
3. Государственная инспекция по безопасности дорожного движения. [Электронный ресурс] // Информационный портал URL: <http://www.gibdd.ru/r/33/stat/> (дата обращения 09.10.2019).
4. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Экспертное исследование обстоятельств дорожно-транспортных происшествий, совершённых в нестандартных дорожно-транспортных ситуациях или в особых дорожных условиях. Работа подготовлена докт. юрид. наук, проф., главным экспертом Ю. Б. Суворовым, канд. юрид. наук, ведущим экспертом И. И. Чавой. Государственное учреждение Российский федеральный центр судебной экспертизы (ГУ РФЦСЭ), 2003.

УДК 629.113.004: 656.56

*Ив. В. Денисов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ «ДОРОГА – ВОДИТЕЛЬ» В СИСТЕМЕ «ВОДИТЕЛЬ – АВТОМОБИЛЬ – ДОРОГА – СРЕДА»**

Проблема повышения безопасности дорожного движения является комплексной, и её решение зависит от многих факторов, которые в свою очередь можно подразделить на управляемые, не управляемые и частично управляемые. Система «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда» (ВАДС) позволяет наглядно представить рамки этой проблемы, однако следует отметить, что и эта система лишь частично способна описать комплекс входящих в неё вопросов. Конечно, одним из путей решения этой

проблемы является повышение качества подготовки водителей автотранспортных средств, однако не следует забывать и такой важный фактор как организация дорожного движения. В рамках данной статьи предлагается рассмотреть подсистему «Дорога – Водитель». Оптимизацию функционирования данной подсистемы следует начинать с формирования генеральной цели и системы с последующей их декомпозицией до подцелей и подсистем 1-ого уровня [1]. Генеральная цель подсистемы «Дорога – Водитель» – повышение безопасности дорожного движения ( $C^0$ ). Подцелями 1-ого уровня являются: повышение качества организации дорожного движения ( $C^1_{01}$ ); повышение информативности участников дорожного движения ( $C^1_{02}$ ); повышение надёжности автомобильных дорог ( $C^1_{03}$ ). После установления целей системы, переходят к определению наиболее эффективных способов их достижения [1]. Генеральной (целереализующей) системой является автомобильная дорога ( $C^0$ ), под которой следует понимать сложную систему массового обслуживания участников дорожного движения, состоящая из множества подсистем, объединённых в одно целое. Задача управления сводится к выделению ряда факторов (подсистем) воздействуя на которые можно наиболее эффективно достичь поставленных целей. Автомобильная дорога, как объект исследования структурируется на следующие подсистемы 1-ого уровня: дорожно-эксплуатационные службы ( $C^1_{01}$ ); окружающая среда ( $C^1_{02}$ ); водители ( $C^1_{03}$ ); автомобили ( $C^1_{04}$ ); дорожные знаки и разметка ( $C^1_{05}$ ); технические средства организации дорожного движения ( $C^1_{06}$ ). Используя методику определения взаимодействия дерева целей и систем подробно изложенную в работе [1], найдём количественную оценку вклада конкретных подсистем в достижение цели системы. Результаты расчёта представлены в таблице 1, из которой видно, что наибольшее влияние на достижение генеральной цели оказывает дорожно-эксплуатационные службы, а наименьшее – автомобили. Дорожно-эксплуатационные службы (автосервисы, ГИБДД МВД России и др.) играют очень важную роль в обеспечении безопасности дорожного движения [2]. Работа дорожно-эксплуатационных служб направлена на повышение параметров системы ВАДС в случае их ухудшения при функционировании в процессе эксплуатации и входят во второй уровень обслуживания. Немаловажное значение оказывает и технические средства организации дорожного движения, которые позволяют существенно снизить количество конфликтных точек на участках улично-дорожной сети и соответственно понизить условный показатель сложности исследуемого узла.

**Таблица 1 – Вклад подсистем в реализацию цели**

Подсистема	Вклад в подцель			Ц <sub>0</sub>
	Ц <sup>1</sup> <sub>01</sub>	Ц <sup>1</sup> <sub>02</sub>	Ц <sup>1</sup> <sub>03</sub>	
С <sup>1</sup> <sub>01</sub>	0,2857	0,1904	0,2857	0,2571
С <sup>1</sup> <sub>02</sub>	0,0476	0,1428	0,2380	0,1142
С <sup>1</sup> <sub>03</sub>	0,1428	0,0952	0,0952	0,1190
С <sup>1</sup> <sub>04</sub>	0,0952	0,0476	0,0476	0,0714
С <sup>1</sup> <sub>05</sub>	0,1904	0,2857	0,1428	0,2095
С <sup>1</sup> <sub>06</sub>	0,2380	0,2380	0,1904	0,2285
Итого:	1	1	1	1
«Вес» подцелей в цели Ц <sub>0</sub> , r <sup>0</sup> <sub>ц</sub>	0,5	0,3	0,2	1

Комбинация конкурирующих подсистем ( $C^{1}_{02}+C^{1}_{03}=0,2332$ ;  $C^{1}_{02}+C^{1}_{03}+C^{1}_{04}=0,3046$ ;  $C^{1}_{04}+C^{1}_{05}=0,2809$ ;  $C^{1}_{04}+C^{1}_{06}=0,2999$ ;  $C^{1}_{05}+C^{1}_{06}=0,438$ ;  $C^{1}_{03}+C^{1}_{05}=0,3285$ ;  $C^{1}_{03}+C^{1}_{06}=0,3475$ ) даёт возможность достигнуть поставленной цели альтернативным способом, но менее эффективным.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецов, Е. С. Управление техническими системами: учеб. пособие / Кузнецов Е. С.; МАДИ (ТУ) – М., 2003. – 247 с.
2. Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения: учебник для вузов / Ю. А. Кременец, Печерский М. П., Афанасьев М. Б. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.: ил.

УДК 629.113.004: 656.56

*Ив. В. Денисов, А. А. Кузьмина, Л. Л. Макаров (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

Исследование статистических данных в области безопасности дорожного движения позволило установить, что порядка 8 – 10 % всех дорожно-транспортных происшествий (ДТП) происходят по причине неудовлетворительных дорожных условий. Однако, если брать во внимание мнение специалистов в области автомобильного транспорта, то количество

ДТП совершённых по причине неудовлетворительных дорожных условий возрастает до 30 %. Следует отметить особую важность подсистемы «Дорога», а так же подсистемы «Дорога – Автомобиль – Водитель». Это значит, что от качества выполнения дорожно-строительных работ, организации дорожного движения на момент выполнения дорожно-строительных работ, обустройства автомобильных дорог и последующей реализации схемы распределения транспортных потоков, в значительной степени зависит безопасность дорожного движения.

Выполним анализ причин ДТП, которые произошли под влиянием дорожных факторов. Так по причине скользкости дорожного покрытия совершаются порядка 48,3 % ДТП от объёма всех ДТП произошедших по причине неудовлетворительных дорожных условий. Из-за неровности покрытия совершаются 13,3 % ДТП, из-за несоответствия радиуса кривизны автомобильной дороги 1,5 % ДТП; из-за плохого состояния обочин 5,9 % ДТП; из-за отсутствия тротуаров, пешеходных дорог и переходов 3,7 % ДТП; из-за ограничения видимости 1,2 % ДТП; из-за недостаточной освещённости проезжей части 1,4 % ДТП; из-за сужения проезжей части дорожно-строительными машинами и материалами 2,7 % ДТП; из-за отсутствия знаков и разметки в необходимых местах 4,6 % ДТП; из-за плохого содержания дорог в зимнее время 5,5 % ДТП; прочие неблагоприятные дорожные условия составляют порядка 11,9 % ДТП [1].

В данной статье, следует уделить особое внимание качеству организации дорожного движения автотранспортных средств на период проведения дорожно-строительных работ на автомобильных дорогах общего пользования.

Важным этапом строительства автомобильных дорог является соблюдение и контроль качества дорожно-строительных работ.

Проведение контроля качества дорожно-строительных работ заключается в следующем [3]:

- проверка проектной документации;
- контроль качества применяемых строительных материалов;
- соблюдение требований норм и технических условий при строительстве автомобильных дорог;
- уровнем квалификации, навыков и знаний инженерно-технических работников и рабочих;
- тестирование поверхности покрытия, сданного в эксплуатацию участка автомобильной дороги;

- обеспечение охраны окружающей среды и безопасности населения при осуществлении строительства;

- обеспечение безопасности пользователей автомобильной дорогой.

Результаты оценки соответствия, приёмки выполненных работ и ввода в эксплуатацию подлежат документированию в соответствии с ГОСТ 32731, ГОСТ 32756 и ГОСТ 23457-86.

Основными принципами обеспечения безопасности движения в местах выполнения дорожно-строительных работ являются:

- заблаговременное предупреждение участников дорожного движения об опасности, создаваемой дорожными работами [2];

- чёткое обозначение направлений объезда имеющих на проезжей части препятствий, а при устройстве объезда ремонтируемого участка – его маршрута [2];

- создание безопасных режимов движения, как на участках производства работ, так и на подходах к данным участкам [2];

- для сохранения оптимальной пропускной способности дороги не следует без необходимости ограничивать скорость движения в местах дорожных работ менее 40 км/ч [2];

При выполнении дорожно-строительных работ должны соблюдаться следующие правила:

- необходимо наличие ограждений, показывающие направление движения автотранспортных средств [2];

- необходимо нанести дорожную разметку на проезжей части [2];

- необходимо осуществлять наблюдение за исправностью дорожного освещения, средств технологической связи дорожных организаций, а также средств регулирования и организации движения, дорожных устройств и обстановки, осуществлять замену или ремонт отдельных неисправных дорожных знаков [2].

Особое значение для обеспечения безопасности дорожного движения при выполнении дорожно-строительных работ на участках улично-дорожной сети имеет информационное обеспечение участников дорожного движения, и освещённость проезжей части.

Для повышения информативности участников дорожного движения необходимо использовать технические средства организации дорожного движения, например, «светодиодная гирлянда» и фонари. Применение соответствующих технических средств позволяет обозначить границы участка, где выполняются дорожно-строительные работы, а также выделить

наиболее опасные участки трассы для привлечения внимания водителей автотранспортных средств. Для разделения транспортных потоков в пространстве, на участках проведения дорожно-строительных работ, применяют пластиковые (водоналивные) барьеры, осевые дорожные разделители (тумбы), а так же железобетонные блоки или сигнальные пластиковые столбики [4,6].

Несмотря на перечисленные требования, касающиеся обустройства автомобильной дороги на время проведения дорожно-строительных работ, по факту, обнаруживается множество нарушений и отклонений от правил прописанных в нормативно-технической документации. Например, водоналивные барьеры, их часто устанавливают на автомобильной дороге не наполненными ни водой, ни песком, ни другими сыпучими материалами. Ветер, воздействуя на барьеры, перемещает их по проезжей части, создавая помехи для движения проходящему рядом транспорту. В некоторых случаях, на них кладут мешок с песком, однако такое решение не соответствует требованиям ГОСТа [3]. При длительных ремонтных воздействиях ремонтно-строительные бригады используют железобетонные блоки, однако, процесс их установки требует большего времени и сопровождается перекрытием полосы для движения автотранспортных средств, что уже создаёт неудобство для участников дорожного движения вследствие снижения пропускной способности реконструируемой автомобильной дороги. «Светодиодные гирлянды» часто находятся в неработоспособном состоянии, а сами барьеры покрыты дорожной грязью и плохо заметны на проезжей части.

Одним из наиболее серьезных нарушений можно отнести отсутствие разметки на проезжей части автомобильной дороги. А временная разметка, выполненная красной краской, при небольшом износе и загрязнении становится плохо видимой и в дальнейшем сливается с асфальтовым покрытием. Отдельному обсуждению подлежит неверно нанесённая разметка, вводящая в заблуждение водителей автотранспортных средств. Согласно методическим рекомендациям [5], наличие осевой и краевой линий разметки снижают вероятность совершения ДТП на 36 %, а установка знаков и нанесение разметки на 44 %, наличие электрического освещения на 26 % от общего числа ДТП. В результате можно сделать вывод, насколько важно на данных участках автомобильных дорог наносить дорожную разметку, устанавливать дорожные знаки и использовать искусственное освещение.

Следующим, серьёзным нарушением при дорожно-строительных или ремонтных работах, является наличие стыков асфальтового покрытия находящегося в разных уровнях. В процессе движения по таким участкам автомобильной дороги возникает вероятность потери устойчивости и управляемости, а так же приводит к скорейшему износу элементов подвески, трансмиссии и кузова автомобилей.

В заключении отметим, что проблема плохой организации дорожного движения и неудовлетворительного обеспечения безопасности дорожного движения являются причинами большого количества ДТП. Несоблюдение требований и правил, касающихся обустройства автомобильных дорог на время проведения ремонтных воздействий или реконструкции приводит к серьёзным последствиям. Ввиду этого, необходимо повысить контроль по обеспечению безопасности дорожного движения на период проведения дорожно-строительных работ на участках автомобильных дорог, и в первую очередь проверять наличие дорожной разметки, разделительных барьеров, дорожных знаков и искусственного освещения.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОНИКОВ

1. Касаткин, Ф. П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: Учеб. Пособие / Ф. П. Касаткин, С. И. Коновалов, Э. Ф. Касаткина. – Владим. гос. ун-т. Владимир, 2003. – 283 с.
2. ГОСТ 10807-78 – Знаки дорожные. Общие технические условия (Разделы 1-8) (С изменениями 1-6) – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
3. ГОСТ 32756-2014 «Дороги автомобильные. Требования к проведению промежуточной приемки выполненных работ». – М.: Стандартинформ. – 2014.
4. ГОСТ 23457-86 – Технические средства организации дорожного движения. Правила применения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.
5. Методические рекомендации по назначению мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий – М.: Российское дорожное агентство РОСАВТОДОР, 2000 – 42 с.
6. Сигнальные фонари. Средства ограждения и сигнализации: [Электронный ресурс] // Информационный портал URL: <http://pmkaskad.ru/products/road/signals>. (Дата обращения 30.09.2019).

## **КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОБУСОВ**

Согласно, ГОСТ 27815-88 (Правила ЕЭК ООН № 36) – «Автобусы. Общие требования к безопасности конструкции» (с Изменением N 1), автобусом общего пользования называют автотранспортное средство, которое сконструировано и оборудовано для перевозки им, как общественным транспортом, более 8 пассажиров.

По типу сообщения автобусы общего пользования подразделяют на три класса: 1 – городской автобус; 2 – междугородный автобус; 3 – автобус дальнего следования [1].

1. Городской автобус (класс 1) – это транспортное средство, предназначенное для перевозки людей в пределах одного населённого пункта. Особенности городского автобуса являются низкий пол, наличие поручней и участков вне прохода, для стоящих пассажиров, а так же хорошее освещение салона.

2. Междугородный автобус (класс 2) – вид общественного транспорта, предназначением которого является осуществление междугородних перевозок. Автобусы данного класса не имеют специально отведённых участков для стоящих пассажиров, однако в проходах, между рядами сидений, возможно, перевозить пассажиров на короткие расстояния.

3. Автобусы дальнего следования (класс 3). Междугородние автобусы предназначены для перевозки пассажиров по автомагистралям на более далёкие маршруты.

Отличительными особенностями являются узкий проход, наличие просторного багажного отделения. Кроме того, междугородние автобусы обеспечивают высокую скорость при условии полной безопасности пассажиров.

В данной статье более подробно разберём городские автобусы.

Автобусы можно разделить на 2 группы по виду топлива: дизельные и газовые.

1. Дизельные автобусы.

Дизельные двигатели работают по принципу самовоспламенения распыленного топлива при сжатии [2].

Достоинства:

- Экономичность.

Недостатки:

- выбросы парниковых газов;
- высокое содержание твёрдых частиц в отработавших газах;
- высокий уровень шума;
- дымность [2].

## 2. Газовые автобусы.

Газовое топливо делится на сжиженные и сжатые газы.

Основными компонентами сжиженного газа являются пропан и бутан, а сжатого – метан, оксид углерода и водород [3].

Достоинства:

- экологичность;
- невысокая стоимость топлива;
- метановые двигатели отвечают нормам *Euro-6* [3].

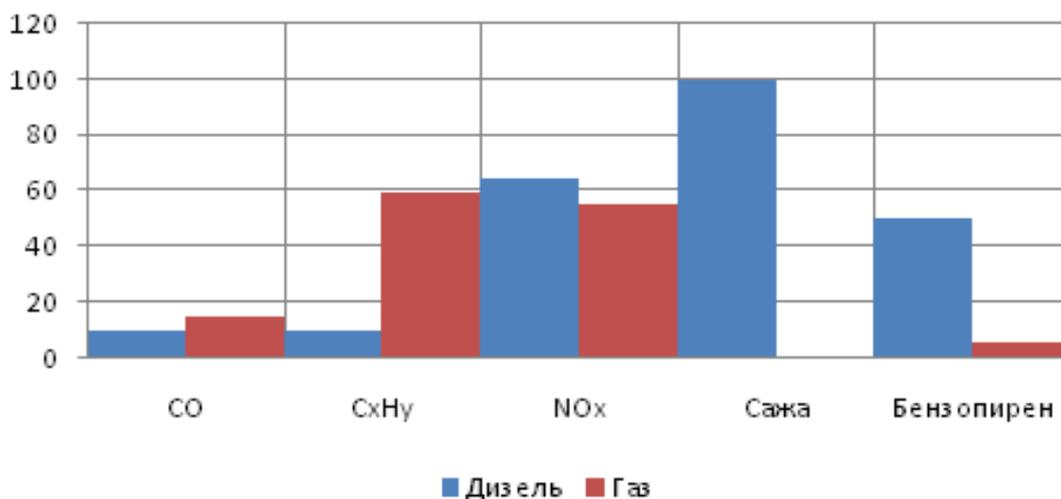
Недостатки:

- баллон для газового топлива имеет большую массу, что снижает грузоподъёмность (комплект из 8 баллонов на 50 л весит больше полутона);
- так как газ находится в баллонах под большим давлением, создаётся высокий уровень опасности [3].

Анализ характеристик, приведённых в таблице 1, позволяет сделать вывод, что автобусы на газу более экологичны и экономичны, чем автобусы, работающие на дизельном топливе.

**Таблица 1 – Основные характеристики рассматриваемых видов топлива [4]**

	Дизель	Газ
Расход топлива за сутки, л	3360	1896
Стоимость топлива, руб./л	23,5	16,9
Выбросы		
• $CO$	10	10-20
• $C_xH_y$	10	50-70
• $NO_x$	50-80	30-80
• Сажа	100	-
• Бензопирен	50	3-10
Шум	+	-
Дымность	+	-



**Рис.1. Выбросы рассматриваемого вида топлива [4]**

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 27815-88 (Правила ЕЭК ООН № 36) Автобусы. Общие требования к безопасности конструкции (с Изменением № 1) – М.: Издательство стандартов, 1988. – 49 с.
2. Сгорание дизельного топлива и выбросы вредных веществ: [Электронный ресурс] // Информационный портал URL: <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/dizel-naya-toplivnaya-apparatura/protsess-sgoraniya-dizelnogo-topliva-i-vybrosy-vrednyh-veshhestv-pri-rabote-dizelnyh-dvigatlej/>. (дата обращения 30.09.2019).
3. Автобусы по виду топлива: газовые, дизельные, бензиновые: преимущества и недостатки: [Электронный ресурс] // Информационный портал URL: <https://www.buspiter.ru/articles/381.html>. (дата обращения 30.09.2019).
4. Альтернативные виды топлива. Перспективы развития: [Электронный ресурс] // Информационный портал URL: <https://works.doklad.ru/view/Ge0qNFO4Jpg/2.html>. (дата обращения 30.09.2019).

## **ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ**

Анализ статистических данных в области безопасности дорожного движения позволяет утверждать, что автомобильный транспорт является наиболее опасным. Ежегодно в мире происходит порядка 50 миллионов дорожно-транспортных происшествий (ДТП), по причине которых погибают более 300 тысяч человек и ещё больше людей получают ранения различной степени тяжести.

Дорожно-транспортным происшествием, принято считать событие, которое возникает в процессе движения автотранспортного средства по автомобильным дорогам или с его участием, в результате которого погибли или получили ранения люди, повреждены транспортные средства, грузы перевозимые автомобилями, различные сооружения [1].

Исследование проблемы связанной с повышением безопасности дорожного движения показывает комплексность её разрешения, охватывает подсистемы системы «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда» (ВАДС) и переходит далее на законодательный уровень. Это означает, что даже воспитание человека, его культурные ценности, его уровень образования будут влиять на общую картину безопасности дорожного движения. Конечно, один человек вносит незначительную долю в общую картину статистики аварийности на автомобильном транспорте, но в целом по стране этот вклад является существенным. И это подтверждают статистические сведения, согласно которым основная причина ДТП происходит из-за неправильных действий водителей (60-70 %), неудовлетворительное состояние автомобильных дорог, которые не соответствуют нормативно технической документации, а также неблагоприятные дорожные условия (20-30 %), техническая неисправность автотранспортных средств, приходящаяся в основном на системы, влияющие на безопасность дорожного движения (10-20 %).

Условия возникновения ДТП очень разнообразны. Далее приведены основные виды ДТП: столкновение; опрокидывание; наезд на стоящее транспортное средство; наезд на препятствие; наезд на пешехода или велосипедиста; наезд на животных [2].

Каждое из перечисленных ДТП подразделяется на группы. Например, такое ДТП, как столкновение бывает попутным или встречным, к тому же попутные столкновения делятся на столкновение двух транспортных средств или же более двух, т.е. цепные столкновения.

Практика показывает, что наиболее тяжкие последствия от ДТП возникают при встречных столкновениях автотранспортных средств. Причина тому служит колоссальная кинетическая энергия, высвобождающаяся в результате удара и переходящая впоследствии в потенциальную энергию. В основном такие ДТП связаны с выездом на полосу встречного движения для совершения обгона или вследствие засыпания за рулём водителей автотранспортных средств. Поэтому одним из путей снижающих данный вид ДТП является разграничение транспортных потоков в пространстве, т.е. установкой металлических, тросовых или железобетонных отбойников. А тяжесть от ДТП, в данном случае, поможет снизить современные системы активной и пассивной безопасности автомобилей. Не малый вклад в предупреждение ДТП оказывают научно-исследовательские учреждения, разрабатывая и улучшая ПДД, учебную литературу, нормативные документы в области содержания и эксплуатации автомобильных дорог и автотранспортных средств.

Отдельно стоит отметить заслугу средств массовой информации в обеспечении населения сведениями о заслугах и последних достижениях научных работников в области безопасности дорожного движения. Познавательные передачи и статьи в автомобильных журналах разъясняют спорные ситуации, возникающие при разъезде автотранспортных средств, различные вопросы, касающиеся страховых компаний и полюса ОСАГО, а так же действия участников дорожного движения после совершения ДТП. Всё это формирует у участников дорожного движения, в данном случае водителей, багаж знаний, который позволяет им находить наиболее оптимальное решение постоянно возникающих задач при управлении автотранспортным средством.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балакин, В. Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебное пособие. – Омск: Изд-во СиБАДИ, 2005. – 136 с.

2. Касаткин, Ф. П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: Учеб. Пособие / Ф. П. Касаткин, С. И. Коновалов, Э. Ф. Касаткина. – Владим. гос. ун-т. Владимир, 2003. – 283 с.

УДК 629.113.004: 656.56

*Ив. В. Денисов, А. С. Чурина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

## **О БЕЗОПАСНОСТИ НА СОВРЕМЕННЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ**

Автомобильный транспорт считается одним из наиболее аварийных видов транспорта. В связи с чем, большинство транспортных потерь и человеческих жертв, приходится именно на автомобильный транспорт.

Анализ статистических данных в области безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте показывает, что мировые потери людей на земле из-за ДТП составляют около 300 тысяч человек, при этом 80 % раненых погибает в первые 3 часа после ДТП из-за обильных кровопотерь и внутренних кровотечений [1].

Следует отметить, что задача повышения безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте является комплексной и решать её необходимо исходя из взаимосвязей различных систем и подсистем. При этом каждая система может отдельно повышать свой уровень безопасности воздействуя при этом на весь комплекс в целом. В данном случае под комплексом будем понимать систему «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда» (ВАДС). Задача автопроизводителя выпускать не только надёжный автомобиль, но и безопасный, соответствующих всем современным требованиям. Активная и пассивная безопасность автотранспортного средства позволяет повысить вероятность благоприятного исхода события и снизить тяжесть последствий от ДТП [1]. Мощный двигатель, хорошая обзорность и видимость, обеспечиваемая удачной эргономикой салона и настроенным пучком света фар, а так же тормозная система, позволяют водителю уверенно чувствовать себя в транспортном потоке, совершать обгоны, переключения и эффективно замедляться. Всё это относится к активной безопасности и направлено на предупреждение ДТП.

Ремень безопасности является элементом пассивной безопасности автотранспортного средства. На данный момент времени каждый автомобиль оснащён ремнём безопасности ввиду его большой эффективности.

Встроенный преднатяжитель ремня надёжно фиксирует пассажиров автомобиля в кресле не позволяет им перемещаться по салону в случае удара.

Следующая, не менее важная система, которая относится к элементам активной безопасности является антипробуксовочная система. Её задача состоит в том, что бы не допустить проскальзывание колёс транспортного средства и возможного заноса, который, как правило, сопровождается потерей управляемости над автомобилем. Такая система повышает безопасность автомобиля на скользкой или влажной дороге, в поворотах. Она обеспечивает лучшую управляемость на покрытии с плохим сцеплением.

Система предупреждения опасности на дороге является также элементом активной безопасности. Благодаря встроенным камерам и радару система позволит определить и выдержать дистанцию до впереди идущего транспорта, а так же в случае возникновения неожиданного препятствия, вовремя среагировать и применить экстренное торможение.

Кузов автотранспортного средства следует отнести к элементам пассивной безопасности, однако стоит отметить, что кузов обеспечивает жёсткость всей конструкции, а так как элементы подвески, рулевого управления и прочие системы автомобиля на нём закреплены, то его так же можно отнести частично и к активной безопасности. Для обеспечения безопасности пешеходов, а так же для эффективной энергопоглощающей способности переднюю и заднюю части автомобиля изготавливают из более мягких материалов по сравнению с остальными деталями кузова. Использование такой конструкции в автомобилестроении позволит смягчить удар при столкновении, а центральная часть автотранспортного средства (капсула безопасности) в свою очередь защитит водителя и пассажиров от удара.

Для повышения безопасности пассажиров автомобиля в последнее время стали использовать рычажную подвеску, на которую устанавливают двигатель внутреннего сгорания. Такая конструкция в случае возникновения ДТП, позволит переместиться двигателю под днище автомобиля, тем самым обезопасив пассажиров и водителя от соприкосновения с ним.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Fastmb*. Автожурнал «Современные технологии безопасности автомобиля»: топ 10: [Электронный ресурс] // Информационный портал URL: [https://fastmb.ru/soveti\\_auto/1697-sovremennye-tehnologii-bezopasnosti-avtomobilya-top-10.html](https://fastmb.ru/soveti_auto/1697-sovremennye-tehnologii-bezopasnosti-avtomobilya-top-10.html). (дата обращения 12.09.2019).

## **ПОСТРОЕНИЕ МАРШРУТОВ МЕТОДОМ КЛАРКА-РАЙТА**

Метод Кларка-Райта направлен на решение задач по перевозке мелкопартионных грузов с одним грузоотправителем и грузополучателем. Сущность метода состоит в объединении двух маятниковых маршрутов в один кольцевой [1]. При этом каждый маршрут начинается и заканчивается в пункте, являющимся одновременно отправителем или получателем. Такой пункт принято считать центральным пунктом. В результате, соединяя два маршрута, расстояние от центрального пункта до места подачи автомобиля сокращается, но пробег автомобиля увеличивается.

Задачу можно считать решенной только в том случае, когда выполняются два условия [1]: в ходе решения, объединение маршрутов становится не выгодным; объединение маршрутов невыгодно из расчёта технико-эксплуатационных показателей.

Первый этап решения поставленной задачи заключается в построении плана состоящего из двух маятниковых маршрутов. Каждый маршрут связан с одним потребителем и к каждому маршруту приписан один автомобиль с минимальной грузоподъёмностью [2]. Объединяя 2 маршрута получаем 1 кольцевой (развозочный). Из всех полученных маршрутов выбирается только те, которые имеют минимальные затраты на перевозку [2].

На втором этапе объединяют маршруты таким же способом, как и в первом этапе, но с учётом одного автомобиля с наибольшей грузоподъёмностью.

На третьем этапе, объединяют все маршруты в развозочные (кольцевые). При этом все маршруты объединяются до тех пор, пока объединение не станет невозможным. За последним маршрутом закрепляется автомобиль с наибольшей грузоподъёмностью [2].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горев, А. Э. Грузовые перевозки: учебник для студ. учреждений высш. проф. Образования / А. Э. Горев. – 6-е изд., перераб. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 304 с. – (Сер. Бакалавриат).
2. 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. 209-217 (288 с.).

УДК 656.138

*А. Б. Дианов, Ш. А. Амирсейидов, Г. И. Кузин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

## ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ

Пожарная безопасность автомобиля относится к категории послеаварийной безопасности [1]. Анализ причин пожаров автомобилей показывает, что возникновение очагов пожаров возможно не только в результате повреждения автомобиля при дорожно-транспортном происшествии (ДТП). Изоляция и горючие конструкционные материалы могут воспламениться при коротком замыкании в системе электрооборудования автотранспортных средств (АТС) из-за повреждений изоляции проводов в процессе эксплуатации (старение, механическое повреждение, термическое воздействие), неправильного выбора конструктивных элементов электрооборудования и системы питания при проектировании или ремонте автомобиля, грубых нарушений правил технической эксплуатации аппаратов и систем автомобиля. Естественно, что опасность возникновения пожара в послеаварийной обстановке возрастает.

Для формирования принципов пожарной безопасности АТС необходимо уточнить и классифицировать причины пожаров и возникновения очагов загораний.

Причинами пожара могут быть:

- воспламенение топлива, вытекающего из повреждённого топливного бака (цистерны), соединений топливопроводов и других элементов топливной системы;
- воспламенение горючих конструкционных материалов.

Само по себе вытекание топлива из повреждённой системы питания не может привести к его воспламенению, так как для этого необходимы определённая тепловая энергия (количество теплоты) и достаточно высокая температура (для бензина 528...643 К, дизельного топлива 513...583 К). Анализируя конструктивные особенности автомобилей различных типов, можно прогнозировать источник зажигания, т.е. определить вероятную причину воспламенения топлива.

Средства защиты людей и автотранспортных средств от опасных факторов пожара предусматривают конструктивные решения для предотвращения вероятности загорания и ограничения пожара. Причинами наиболее тяжёлых, послеаварийных пожаров являются неисправности топливной системы: повреждение и разгерметизация топливных баков, разрывы топливопроводов, течь топлива в местах соединения топливопроводов при механическом и тепловом воздействиях. Поэтому к конструкции топливных систем АТС предъявляются определённые требования.

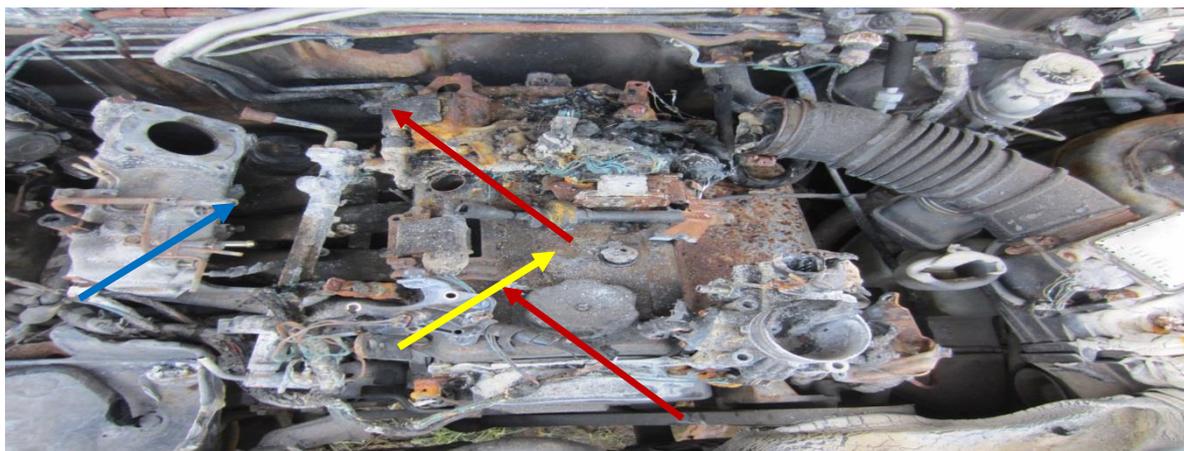
Поэтому для проведения исследовательской работы был взят за основу конкретный автомобиль и поставлены задачи по выявлению причины пожара:

1. Какова причина разгерметизации топливной системы автомобиля
2. Является ли разгерметизация топливной системы следствием проведения ремонтных работ?
3. Регламентировано ли проведение работ, указанных в заказ-наряде, какими-либо методиками, регламентами и т.п. документами. Если да, то какие имеются несоответствия проведённых работ данным документам?
4. Указать место расположения топливных фильтров (основного, дополнительного)?
5. Имеется ли причинно-следственная связь между местом расположения фильтра, видом установленного фильтра и возгоранием автомобиля?
6. Определить стоимость ремонта автомобиля? Определить стоимость годных остатков автомобиля?

Для целей исследования был организован осмотр автомобиля.

При этом из материалов дела и пояснения сторон при осмотре следует, что поблизости находился незакреплённый металлический топливный фильтр, используемый в системах питания бензиновых автомобилей с впрыском топлива. Перед экспертным осмотром фильтр находился под автомобилем и висел на входном шланге, который закреплён на штуцере

фильтра с помощью хомута, выходной шланг отсутствует, но имеются остатки резины на выходном штуцере (красная стрелка). Представленный корпус фильтра не имеет следов от крепления, также не имеется остатков какого-либо кронштейна в моторном отсеке на переднем щите автомобиля. В процессе первичного осмотра представители обеих сторон подтвердили, что фильтр находился в данном месте всегда и не крепился до проведения работ и после, то есть он «висел» на шлангах.



**Рис. 1. Вид сверху на двигатель. Двигатель представлен в частично разобранном состоянии: демонтирован впускной коллектор, дроссельная заслонка, топливная рамка с форсунками, остатки резиновых топливных шлангов. Красными стрелками обозначены зоны горения (наибольшее термическое воздействие). Синяя стрелка указывает вход топлива в рейку, жёлтая стрелка – штуцер слива в обратку**

Изучение материалов показывает, что двигатель автомобиля в процессе горения продолжал работать, до того, как его выключил владелец. Это возможно только при существовании определённого давления топлива в системе, насос находится в топливном баке и при полной разгерметизации двигатель сразу бы остановился, следовательно, существовала только частичная утечка топлива. То есть можно утверждать, что в процессе горения, часть отсутствующего выходного шланга находилась на фильтре. Поскольку известно, что фильтр новый, то остатки резины могли прилипнуть к штуцеру только в процессе нагрева (горения) материала шланга находящегося на фильтре. При этом утечка топлива (разгерметизация) могла быть и на другом участке топливной системы, например на входе, в топливную рейку (штуцер) или на обратной магистрали слива излишков топлива в бак, либо существовала не герметичность собственно шлага из-за возраста. При этом, соединение топливного подающего шланга к топливной рейке в про-

цессе проведения работ разъединялось для подключения шланга подачи промывочной жидкости. Единственной возможностью для установления места разгерметизации системы явилось бы исследование расположения (траектории прокладки) и состояние остатков шлангов на трубках.

При этом сверху двигателя расположены высоковольтные катушки, провода и наконечники (рабочее напряжение 22000 Вольт), неисправность которых, «пробой» изоляции приведёт к наличию мощной искры до 10 мм на поверхности. В рассматриваемом случае основное горение происходило на двигателе именно в зоне расположения высоковольтной катушки и проводов 3-го и 4-го цилиндров.

Проведение работ по заказ наряду включает в себя промывку форсунок без демонтажа с двигателя, замену свечей зажигания, замену топливного фильтра и масла в коробке передач.

Промывка форсунок (инжекторов) производится путём отсоединения топливной системы от бака автомобиля и присоединения магистралей подачи и слива топливной рейки к промывочному стенду, который подаёт промывочную жидкость вместо бензина. Двигатель запускается и работает, какое-то время на холостом ходу, при этом предполагается, что происходит внутренняя очистка сопел и полостей внутри форсунок (инжекторов) от смолистых отложений, затем шланги вновь соединяется с основной системой питания. Конкретные рекомендации по выполнению работ содержатся в инструкции к каждой конкретной промывочной установке, но, как правило, они типичны и зависят от конструкции системы питания. После данной операции производится замена свечей зажигания, так как при сгорании в двигателе промывочной жидкости возможно образование нагара на свечах и перебои двигателя. Замена свечей на данной модели автомобиля предполагает снятие катушек и проводов с наконечниками, выворачивание свечей и последующий обратный монтаж элементов. Процедура замены нештатного топливного фильтра, произведённая после промывки, не нормируется никакими документами, но с общетехнической точки зрения требует обеспечения герметичности соединений и обязательное крепление корпуса фильтра, что не было обеспечено в данном случае. Надёжность крепления шлангов к штуцерам зависит от состояния шлангов, соответствия диаметров штуцера и шланга, качества хомутов, но окончательное решение о допустимости данного конкретного соединения принимает человек производящий работы на основании своего опыта, либо предупреждает владельца о невозможности качественного выполнения услуги.

Изучение технической документации по автомобилю Мицубиси Паджеро Пинин, а также осмотр автомобиля снизу показало, что наличие внешних топливных фильтров, в том числе имеющегося, не предусмотрено изготовителем, также как и использование хомутов для зажима шлангов на трубках, при этом штатный фильтр находится в топливном баке. Снизу автомобиля отсутствуют соединения, предназначенные для установки каких-либо фильтров, а соединение шланга с металлической трубкой на днище и соединение его с топливной рейкой выполнено резьбовыми штуцерами, а не хомутами. При этом представленный фильтр по форме штуцеров предназначен для соединения через специальные пластиковые штуцера защёлки, но также не через хомуты.

Кроме того данный вариант является недопустимым, корпус фильтра обязательно должен быть закреплён, поскольку он имеет определённый вес, а один шланг (входной) закреплён на кузове, а второй (выходной) на двигателе имеющем относительную подвижность по отношению к кузову, при этом положение фильтра на шлангах при работе двигателя, особенно в движении автомобиля находится в неопределённом состоянии, естественно места крепления шлангов нагружаются усилием пытающемся «сдёрнуть» шланг с фильтра, при этом учитывая возраст автомобиля, повышается вероятность снижения упругости материала шлангов и повышение вероятности нарушения герметичности соединений.

Таким образом, однозначно установить место разгерметизации топливной системы автомобиля Мицубиси Паджеро Пинин, не представляется возможным вследствие отсутствия фотоматериалов фиксирующие исходное состояние объекта. Разгерметизация (утечка топлива) была частичной и наиболее вероятно происходила в местах крепления шлангов к фильтру. При этом в автомобиле перед возгоранием имелась неисправность системы зажигания в виде наличия внешнего искрообразования, в высоковольтной части 3-4 цилиндров, что явилось причиной воспламенения паров топлива.

Разгерметизация топливной системы наиболее вероятно явилась следствием проведения работ, в части замены топливного фильтра.

Основной топливный фильтр в автомобиле Мицубиси Паджеро Пинин, находится в бензобаке, что является наиболее распространённым вариантом в современных бензиновых автомобилях, естественно, это соответствует требованиям пожарной безопасности. Установка дополнительного фильтра в разрезе топливного шланга в моторном отсеке без крепления к кузову и с несоответствующим типом крепления и герметизации шлан-

гов на фильтре не соответствует общепринятым требованиям безопасности. На основании проделанной работы можно утверждать, что вероятно существует причинно-следственная связь между видом установленного фильтра и возгоранием автомобиля.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методическое руководство для экспертов и судей «Исследование недостатков легковых автомобилей отечественных моделей, находящихся в эксплуатации» (Сертификат соответствия № 4/3), Под редакцией – канд. юрид. наук М. И. Замиховского, канд. техн. наук А. В. Рузского, канд. хим. наук Ю. М. Воронкова, при участии канд. техн. наук О. К. Алексева и Н.С. Григорьевой, – Москва, – 2006 г., СПС «Консультант Плюс».
2. ГОСТ 27.002-2015 «Надёжность в технике. Термины и определения».
3. *Pajero Pinin Workshop Manual 2000-2002.*
4. Исхаков, Х. И., Пахомов, А. В., Каминский, Я. Н. Пожарная безопасность автомобиля. – М.: Транспорт, 1987. – 87 с.

УДК 656.025

*Н. С. Калашикова, А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **РОЛЬ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ**

В повседневной жизни, сами того не подозревая, мы постоянно встречаемся с такими вещами, как перевозка или транспортировка грузов. Будь то перемещение нового телевизора из магазина до дома или доставка габаритного груза на другую часть страны. Но всегда ли нам удаётся осуществить эти планы лишь одним средством перемещения грузов? Конечно нет. Нам требуется работа всех возможных и самых выгодных видов транспортировки. Как и любой термин, перевозки также имеют классификацию, разновидности и свои особенности. Так, данный вид перевозок называется мультимодальный, то есть транспортировка грузов, выполненная в меньшей мере двумя видами транспорта. Но какую роль играет в них автотранспорт? Действительно ли он незаменим в некоторых ситуациях? Постараемся ответить на эти и другие вопросы, подробно разобравшись в данной теме.

Для начала разберёмся для чего всё же нужны мультимодальные перевозки. Всё очень просто. Дело в том, что между пунктами доставки не всегда есть прямое сообщение одним видом транспорта, а если оно и существует, то может являться экономически невыгодным или довольно длительным в организации. Именно эти проблемы и решает мультимодальная перевозка. Конечно она тоже имеет свои недостатки в виде большого количества стыковок и перегрузов товара, ведь сохранность товара является одной из важнейших задач. Но, как правило, не случается нештатных ситуаций если придерживаться основных правил. Одно из них – выбор надёжного поставщика. Ведь чем больше опыта, тем меньше происшествий. Как мы уже выяснили ранее, транспортировка товара осуществляется разными видами транспорта, поэтому исходя из этого выделяют трубопроводные, железнодорожные, водные (морские, речные), воздушные и автомобильные перевозки. Из выбранного типа становится понятно, какой транспорт перевозит груз основную часть пути. Но несмотря на то, что помимо автотранспорта существует другие виды транспортировки, без него мультимодальные перевозки не смогут существовать, ведь пункт доставки не находится в аэропорту, на железнодорожной станции или морском порту. Каждый товар перед транспортировкой поездом, самолётом или судном, сначала необходимо доставить к нему, а в этой задаче нет решения, возможного потягаться с автотранспортом. Его роль невероятна высока. Он выполняет перевозки, как основной вид транспорта, но и всегда помогает другим обеспечить транспортным сообщением точки доставки. Автотранспорт является самым мобильным видом перевозок. Каждая транспортировка груза на небольшие расстояния или в местах, невозможных для прохода других видов техники, становится задачей автомобилей, которую они выполняют несмотря на различные условия.

Подробно изучив данную тему, мы можем с уверенностью ответить на изначально заданные вопросы. Автотранспорт, несомненно, очень важен в мультимодальных перевозках и выполняет множество полезных задач. Также существует множество ситуаций, в которых он незаменим. И сколько бы полезной техники не было изобретено человеком, автотранспорт всегда служит ей полезным и незаменимым помощником.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мультимодальные перевозки грузов: что это такое и как их использовать в своих интересах. [Электронный ресурс]. URL:

<https://vedinform.com/freight/container/multimodal.html>. (дата обращения 05.10.2019).

2. Палагин, Ю. И. Транспортная логистика и мультимодальные перевозки. Технологии, оптимизация, управление: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки «Аэронавигация» и «Эксплуатация аэропортов и обеспечение полётов воздушных судов» и специальностям высшего профессионального образования «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения», «Лётная эксплуатация воздушных судов» и «Аэронавигационное обслуживание и использование воздушного пространства» / Ю. И. Палагин. – Санкт-Петербург: Политехника, 2017. – 265 с. – ISBN 978-5-7325-1113-0.

УДК 623.445

*Е. А. Киндеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕСТИ И НАПРЯЖЁННОСТИ УСЛОВИЙ ТРУДА ЛИТЕЙЩИКА-ОПЕРАТОРА МАШИН ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

Владимирский электромоторный завод (ВЭМЗ) занимается производством асинхронных низковольтных электродвигателей мощностью от 0,75 до 315 кВт общепромышленного и специального исполнения. Кроме асинхронных низковольтных двигателей предприятие выпускает мотор-редукторы, электроизоляционные трубки и профильные изделия.

В ВЭМЗ на литейном участке по обработке цветных металлов ведутся работы по изготовлению роторов на машинах литья под давлением. Литьё под давлением – один из наиболее точных методов литья, который обеспечивает получение качественных и высокоточных отливок. Довольно часто изделия, изготовленные с помощью этого метода литья, не требуют дополнительной механической обработки. В этом и заключается наиболее значимое преимущество литья под давлением, его рационально использовать только в серийном и массовом производстве.

Для обеспечения объективных результатов оценки условий труда, а также уровней вредных и (или) опасных производственных факторов и факторов трудового процесса с января 2014 года вступил в силу Федеральный Закон «О специальной оценке условий труда» № 426-ФЗ, регулирую-

ший методику и особенности оценивая рабочих мест различных областей экономики Российской Федерации [1].

Согласно законодательству Российской Федерации, большая часть рабочих мест металлургической промышленности являются местами с повышенным уровнем негативного воздействия на жизнь и здоровье работников, занятых на данных рабочих местах. Сама работа предполагает ежедневный риск для здоровья специалиста, а также подразумевает тесное взаимодействие с расплавленными металлами, что весьма опасно, а значит, со стороны охраны труда нужно обеспечить рабочее место от возможных опасных и вредных факторов [2].

Работник мужчина в процессе заливки ротора переносит на расстояние 1,5 м ковш с металлом (массой до 4 кг), удерживая в течение 5 с. Масса заливочного ковша 1,5 кг (удерживает в течение 3 с). Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены, в том числе с рабочей поверхности – 135 кг. За смену работник делает 80 отливок. Работник находится в позе стоя до 80 % времени смены. Количество стереотипных рабочих движений при локальной нагрузке – 40000 движений.

Перемещение в пространстве по горизонтали до 0,4 км. Совершает до 20 наклонов (вынужденных более 30°) за смену.

По результатам измерений и оценки по фактору тяжесть трудового процесса был установлен 3.1 (вредные условия труда 1 степени) класс условий труда (см. табл. 1).

**Таблица 1 – Результаты исследований тяжести трудового процесса**

Показатели тяжести трудового процесса	Фактическое значение тяжести трудового процесса	Допустимое значение тяжести трудового процесса	Класс условий труда
Рабочая поза (рабочее положение тела работника в течение рабочего дня (смены)), % смены		-	
1. Свободная	20	-	
2. Стоя	80	до 60	3.1
3. Неудобная	не характерен	до 25	
4. Фиксированная	не характерен	до 25	
5. Вынужденная	не характерен	-	
6. Поза «сидя» без перерывов	не характерен	до 60	

Литейщик на машине литья под давлением ведёт процесс заливки роторов алюминиевыми сплавами на машине для литья под давлением.

Перед началом работы проверяет все узлы машины и механизации в наладочном режиме. Затем разогревает камеру прессования жидким металлом (выдерживает металл в камере прессования 3...5 минут, затем удаляет застывший слиток), смазывает камеру прессования, верхний плунжер, пресс-форму и гибок оправки.

Нашихтованный пакет ротора с оправкой по откидному лотку устанавливает в разъем пресс-формы до упора. Устанавливает пакет ротора в подвижную полуформу. Заливает металл в камеру прессования (берёт ковш, зачерпывает порцию металла и заливает в камеру прессования). Запрессовывает металл в пресс-форму (нажимает ногой на педаль прессования, производит запрессовку металла в пресс-форму). Производит выдержку. Следит за операциями, осуществляемыми в автоматическом режиме: подъём поршня, подъём нижнего поршня, отрезкой литника, раскрытием пресс-формы и защитного ограждения. Снимает прессостаток с нижнего поршня и отбрасывает его в тару. Включает механизм подъёма на подъём призмы.

После выталкивания ротора на призму стола раскладывает откидной лоток и включает механизм подъёма на опускание призмы с ротором. Выкатывает ротор по лотку на призму пресса. Отбивает литник от оправки (передаёт оправку на шихтовку по лотку, литник отбрасывает в тару). Клеймит ротор личным клеймом литейщика с условным обозначением, номером плавки. Освобождает лопатки ротора из подставки, включает призму пресса на сброс ротора на лоток-накопитель. Выкатывает ротор из разъёма пресс-формы по лотку на призму пресса. Ведёт процесс подогрева металла в раздаточной печи (периодически производит съём окислов и шлаков с поверхности расплава в тигле раздаточной печи).

Сенсорные нагрузки: проверка всех узлов машины и механизации в наладочном режиме; подача команды на задвижение выталкивателя; включение механизма подъёма на подъём призмы; включение механизма подъёма на опускание призмы с ротором; включение призмы пресса на сброс ротора на лоток – накопитель; при процессе подогрева металла в раздаточной печи (периодический съём окислов и шлаков с поверхности расплава в тигле раздаточной печи).

Монотонность нагрузок: отслеживание перемещения роторного пакета; при производстве выдержки – отслеживание операций, осуществляемых в автоматическом режиме (см. табл. 2).

**Таблица 2 – Результаты исследований напряженности трудового процесса**

Показатели напряжённости трудового процесса	Фактическое значение показателя	Предельно допустимое значение показателя	Класс условий труда
1	2	3	4
<b>Сенсорные нагрузки</b>			
Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 ч работы, ед.	до 75	до 175	1
Число производственных объектов одновременного наблюдения, ед.	до 5	до 10	1
Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) (% времени смены)	не характерен	до 50	1
Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю), ч	не характерен	до 20	1
<b>Монотонность нагрузок</b>			
Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях, ед.	9...6	более 6	2
Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса в % от времени смены)	менее 75	менее 80	1

По результатам измерений и оценки по фактору напряжённость трудового процесса был установлен 2 (допустимый) класс условий труда.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Методика проведения специальной оценки условий труда» от 24 января 2014 г. № 33н.  
ПОТ Р М 005-97. Правила по охране труда при термической обработке металлов».

**ОЦЕНКА ТРАВМОБЕЗОПАСНОСТИ, ТЯЖЕСТИ  
И НАПРЯЖЁННОСТИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА РАБОТНИКОВ  
АГРЕГАТНОГО УЧАСТКА АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА  
«ВЛАДИМИРПАССАЖИРТРАНС»**

Троллейбусный транспорт предназначен для эффективной перевозки пассажиров. Выполнение всего объёма перевозочных услуг возможно только при наличии исправного подвижного состава. Вследствие изнашивания деталей и механизмов, нарушения регулировок, ослабления креплений, поломок и других причин, возникающих в процессе эксплуатации, техническое состояние троллейбусов ухудшается, поэтому их техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) обусловлены техническими, эксплуатационными и экономическими причинами и направлены на обеспечение их надёжности.

Для предупреждения неисправностей троллейбусов в процессе их эксплуатации создана, функционирует и постоянно совершенствуется система технического обслуживания и ремонта, ремонтная база, оснащённая современными средствами и новейшими технологиями восстановления деталей, квалифицированным обслуживающим и ремонтным персоналом.

Ремонтный цех АО «Владимирпассажиртранс» занимает площадь 250 м<sup>2</sup>, снабжён центральными системами отопления, водоснабжения и канализации и относится к категории ВЗ по пожарной опасности в соответствии с [1, 2]. Противопожарный инструктаж проводится в соответствии с [3] один раз в 3 месяца.

Ремонтный цех условно можно разделить на 2 участка (см. рис. 1): агрегатный и участок испытаний и доукомплектовки.

На агрегатном участке производится непосредственно ремонтов узлов и агрегатов. Участок оборудован вытяжной вентиляцией.

Для очистки сборочных единиц, узлов и агрегатов применяют круглые и торцевые щётки, сделанные из латунной проволоки, которые приводятся в действие электродвигателем. Для очистки деталей троллейбусов абразивом применяются установки для мытья струёй воды под давлением *Karcher ST120*.

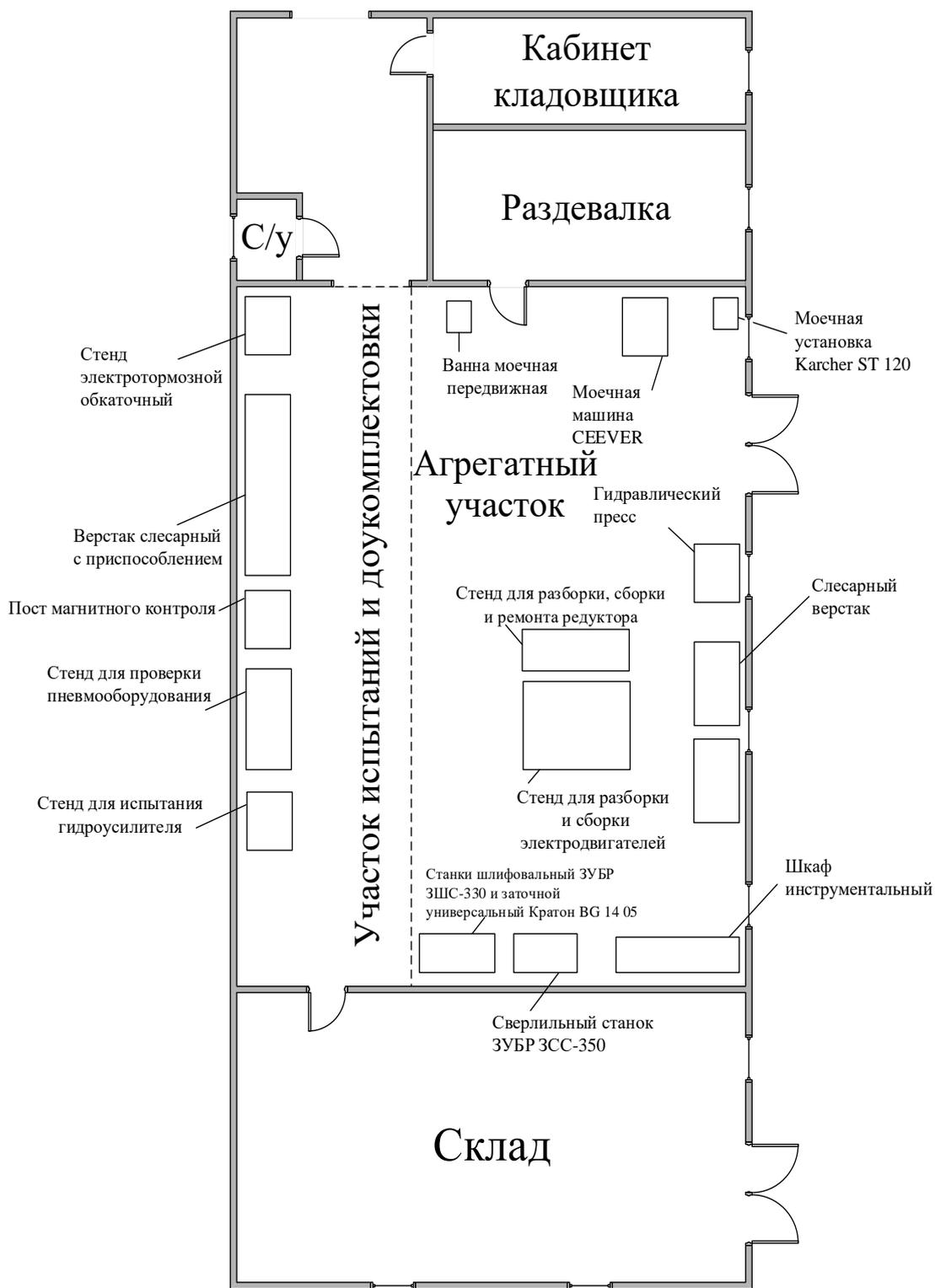


Рис. 1. Производственные участки при ТО и ремонте узлов и агрегатов троллейбусов

Для очистки мелких деталей щелочными или органическими растворами используется моечная машина *CEEVER* (см. рис. 2), а также ванна моечная передвижная. Детали загружают в установку, включается привод

стола и душевая система, после 10...15 минут очистки включаются форсунки обдувки сжатым воздухом, далее детали извлекают из камеры.



Рис. 2. Моечная машина *CEEVER*

В работах по разборке узлов и агрегатов широко применяются различные приспособления и средства механизации: гайковерты, применяется для разборки агрегатов и механизмов; гаечные ключи; гидравлический пресс и индукционные нагреватели, применяют для распрессовки соединений, выполненных с натягом; различные приспособления, стенды и кантователи, используют для механизации разборно-сборочных работ; кран-балка, применяют для подъёма и транспортировки тяжёлых агрегатов и сборочных единиц; верстак слесарный с приспособлениями для разборки, сборки и регулирования; стенд для разборки и сборки электродвигателей; стенд для разборки, сборки и ремонта редуктора; стенд для разборки, сборки и ремонта карданного вала; станок шлифовальный ЗУБР ЗШС-330; станок заточной универсальный Кратон *BG 14 05*; универсальный сверлильный станок ЗУБР ЗСС-350.

На агрегатном участке заняты 6 работников. По интенсивности энергозатрат выполняемая работа относится к категории III [4]: работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с

постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

На участке испытаний и доукомплектовки применяются следующие приспособления и средства механизации: стенд электротормозной обкаточный; верстак слесарный с приспособлениями; кран подвесной грузоподъемностью 500 кг; пост магнитного контроля; стенд для проверки пневмооборудования; стенд для испытания гидроусилителя.

На данном участке работы заняты 3 работника. По интенсивности энергозатрат выполняемая работа относится к категории III [4]: работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

Сенсорные нагрузки: проверка всех узлов и механизации в наладочном режиме; загрузка и выгрузка деталей из моечной установки.

Монотонность нагрузок: отслеживание моечного процесса; при производстве автоматической мойки – отслеживание операций, осуществляемых в автоматическом режиме. По результатам измерений и оценки по фактору тяжесть и напряжённость трудового процесса был установлен 2 (допустимый) класс условий труда.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ФЗ от 22.07.2008 № 123-ФЗ (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 № 117-ФЗ, от 02.07.2013 № 185-ФЗ) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
  2. Приказ МЧС РФ от 25.03.2009 № 182 (ред. от 09.12.2010) «Об утверждении свода правил «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».
  3. Приказ МЧС РФ от 12.12.2007 № 645 (ред. от 22.06.2010) «Об утверждении Норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 21.01.2008 № 10938).
- СН 2.2.4/2.1.8.566-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8 Физические факторы окружающей природной среды. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы» (Актуализация от 01.01.2019).

## **СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ЛИТЕЙЩИКА, РАБОТАЮЩЕГО НА МАШИНЕ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

Плавильные отделения характеризуются высокой температурой воздуха, интенсивным теплоизлучением, а также возможным разбрызгиванием расплавленного металла. Для предохранения работающих от этих опасностей нужна спецодежда, обладающая способностями отражать тепловые лучи, легкостью, воздухопроницаемостью, гигроскопичностью, эластичностью и не раздражающая кожу.

Допустимая интенсивность теплового облучения работающих от источников излучения, нагретых до белого и красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и т.д.), не должна превышать 149 Вт/м<sup>2</sup>. При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Обеспечение персонала средствами индивидуальной защиты, спецобувью и спецодеждой осуществляется бесплатно в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 14 декабря 2010 г. № 1104н «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам машиностроительных и металлообрабатывающих производств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением».

Интенсивность излучения в цехах цветного литья значительно превышает переносимую организмом человека. Так, интенсивность облучения на рабочем месте литейщика на машине литья под давлением около печи достигает 342,3 кВт/м<sup>2</sup> при максимально допустимом значении 140 кВт/м<sup>2</sup>, поэтому целесообразно применение СИЗ с высокой степенью защиты от вредных и опасных факторов оборудования.

Согласно «Типовым нормам бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам горной и металлургической промышленности» (Приказ 652н от 01.11.2013), литейщики должны обеспечиваться следующими СИЗ: каска

защитная термостойкая, подшлемник под каску термостойкий, щиток защитный лицевой (с креплением на каску) или очки защитные, наушники противошумные (с креплением на каску).



**Рис. 1. Общий вид СИЗ головы:**

- 1 – чехол для каски из арамидного алюминизированного волокна;**
- 2 – щиток защитный лицевой с креплением на каске защитной**



**Рис 2. Каска защитная термостойкая**



**Рис. 3. СИЗ тела из алюминизированного арамидного волокна:  
1 – куртка с дышащей спиной;  
2 – брюки с дышащей спиной**



**Рис. 4. СИЗ ног из алюминизированного арамидного волокна**



**Рис. 5. СИЗ рук из алюминизированного арамидного волокна**

Этим требованиям лучше всего отвечает спецодежда, разработанная Суксунским оптико-механическим заводом. ОАО «Суксунский оптико-механический завод» сотрудничает с металлургическими предприятиями России и является разработчиком-производителем СИЗ головы, лица, органов слуха и зрения. Продукция этой компании разработана с учётом максимальной безопасности в условиях экстремальных условий труда. Способна выдерживать высокую температуру в соответствии с правилами техники безопасности и международными стандартами. Вся продукция с 2004 года сертифицирована по *ISO EN 9001-2000* (сейчас *ISO 9001:2008*) на производство защитной одежды для металлургов и пожарных. Соответствует стандарту *CE 89/686 CEE*.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справка о типовых нормах бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты. [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/3919543/> (дата обращения 02.10.2019).  
Анализ опасных и вредных факторов в литейных цехах. [Электронный ресурс]. URL: [https://revolution.allbest.ru/life/00494118\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/life/00494118_0.html). (дата обращения 02.10.2019).

УДК 614.8.086.2

*Д. А. Куманейкин, Е. О. Худякова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ВРЕД НАУШНИКОВ. ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

В современном мире наушники стали играть очень важную роль. Сейчас ими пользуются и подростки и взрослые и даже старики. Конечно каждый из людей преследует свои цели. Подростки при помощи музыки в наушниках погружаются в свой мир, в свои мечтания и размышления. Наушники становятся неким барьером между реальным миром и миром фантазии. К тому же это очень хороший способ расслабиться. Кто-то любит в них читать, кто-то использует их для получения обучающей информации. Сейчас даже можно по ним общаться. Люди так привыкли к наушникам, что практически с ними не расстаются. Они используют их дома, на работе, когда гуляют по улице. Но люди даже по началу не замечают что наушники оказывают *пагубное воздействие*. Журнал «Здоровье» отмечает, что отоларинголог г. Москвы Кристина Ананькина рассказала о том, что к

ней на приём начинают чаще записываться молодые парни и девушки. Журнал делает огромный упор на то, что ситуация со здоровьем ухудшается, когда используют наушники в вибрирующем транспорте. Это начинает провоцировать острую тугоухость. Её опасность заключается в том, что она наступает в одночасье, и вылечить её потом очень сложно. Мы считаем правильным высказывание первого заместителя председателя комитета Госдумы по охране здоровья: «Необходимо проводить разъяснительную работу, воспитывать культуру людей. Молодежь должна понять: чем громче слушать музыку в детстве, тем глуше станешь в старости» [1]. К сожалению, частое ношение наушников может причинить огромный вред здоровью. Проблемы со здоровьем у человека возникают именно при прослушивании музыки, особенно при громкости свыше 100 децибел. Но кто-нибудь рассказал об этом покупателям? Конечно нет. Ведь тогда их не станут продавать и кто-то потеряет миллионы. Вот так на здоровье людей кто-то сколачивает состояние.

Наушники бывают разные: вставные, вакуумные, накладные, полно-размерные, мониторные.

По типу передачи электрического сигнала выделяют проводные и беспроводные наушники. Проводной наушник – это классический вариант. Здесь провод может выходить либо из обоих наушников, либо из одного (в этом случае второй провод обычно проходит через всё оголовье и на выходе примыкает к первому). Выбрать проводные наушники не составляет никакого труда, их ассортимент огромен.

В беспроводных наушниках подача сигнала осуществляется посредством инфракрасного канала, цифрового канала. В них качество звука значительно хуже, чем в проводных.

В беспроводных наушниках, в сравнении с их проводными аналогами, меньшие динамический и частотный диапазоны, больше звуковых искажений и шумов. К тому же они заметно тяжелее, так как в беспроводных моделях имеется встроенный аккумулятор для питания приёмника звука. Поэтому беспроводные наушники оправданы лишь в том случае, если использования проводных наушников невозможно.

Накладные наушники закрытого типа сегодняшний день признаны более безопасными, поскольку они находятся гораздо дальше от воронки, разделяющей слуховой проход от среднего уха. А также они хорошо защищают от внешних шумов, но нуждаются в том, чтобы повышать уро-

вень громкости до максимума. Самыми вредными считаются вакуумные. Вот их то чаще всего и можно увидеть у человека.

И их чаще всего и рекламируют. С одной стороны вакуумные наушники удобны, не большие по размеру их легко положить в карман, они обеспечивают хорошую изоляцию от внешних шумов. Но проблема в том, что их звук направлен прямо на барабанную перепонку оказывая на неё максимальное воздействие. Для человека уровень звука на уровне 30 децибел считается не опасным. Но уже 80 децибел могут оказать негативное влияние на человеческое ухо. Наушники выдают уровень звука иногда до 120 децибел. Самое опасное из всего этого, что кроме ушей негативное влияние получает весь организм человека. Человек после долгого прослушивания музыки в наушниках может испытывать головокружение, головную боль и даже скачки давления. Учёные провели исследования и доказали, что использование наушников для прослушивания громкой музыки, может привести к полной потере слуха.

Ушная физиология предусматривает защиту только от нечастых громких звуков. Но если будет долгое воздействие высоких децибел, то слух будет снижен гарантировано. На рисунке 1 показано как выглядит и из чего состоит ухо человека.

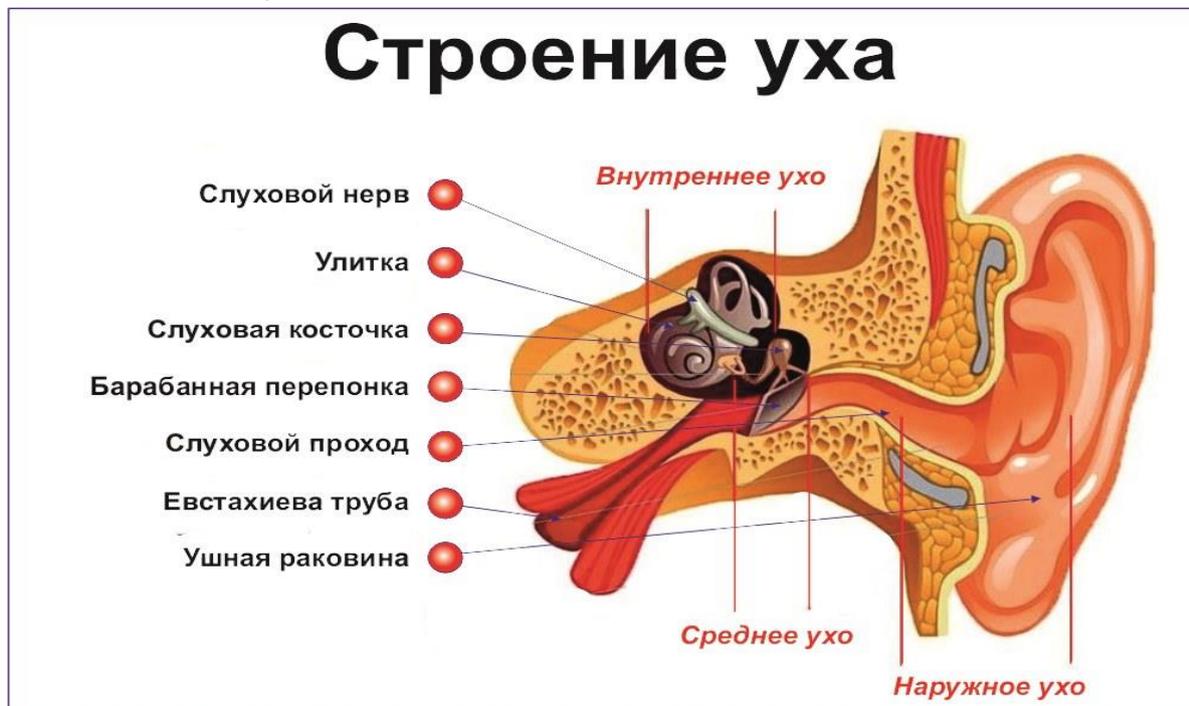


Рис.1. Строение уха

После малого воздействия высоких децибел на волоски, покрывающие спиралевидный орган внутреннего уха, они начинают быстро восстанавливаться, а слух снижается лишь на короткое время, а потом восстанавливается. Человеческое ухо имеет специальные мышцы, которые при сильном звуке напрягаются и ограничивают движения слуховых косточек. Благодаря этому защищены слишком чувствительные слуховые клетки. Но при большой продолжительности громкого звука эти мышечные волокна не могут противостоять ему, если на них оказывается давление более часа, то они хуже будут защищать слух. Из этого можно сделать вывод что если слушать громкую музыку много часов в день, то слух неизбежно пострадает. При частом воздействии шума на волоски, которые покрывают спиралевидный орган внутреннего уха не восстанавливаются. Учёные провели исследования и выяснили, что изменение слуха начинается у людей в возрасте от 30 лет. Но при длительном воздействии громкого звука на ухо, а точнее на волоски, покрывающие спиралевидный орган внутреннего уха слух может портиться и в более раннем возрасте. Исследования проведённые в области человеческого слуха показали, что если использовать наушники при занятии спортом то это может нанести вред здоровью. Потому что при большой физической нагрузке кровь отливает от головы к тем конечностям, которые мы нагружаем, и наши уши становятся намного более уязвимыми для громкого звука. Учёные говорят, что при занятиях спортом риск получения акустической травмы увеличивается вдвое. Так же очень опасно использовать наушники на дороге. Учёные говорят, что в момент, когда человек идёт пешим шагом по улице, при этом, слушая музыку в наушниках, то человек начинает отвлекаться от ситуации в окружающем мире, поскольку мозг больше сосредотачивается на громком звуке, а не на внешнем мире. При длительном воздействии шума, у людей может возникать звон в ушах. Это первый симптом с которого начинается портиться слух. Что бы обезопасить себя нельзя пользоваться наушниками, и особенно вакуумными более часа и больше двух часов за день. Так же нельзя превышать порог громкости выше 60 децибел [1]. Не рекомендуется слушать музыку и после тяжёлой умственной работы. Потому что музыка создаёт шум который отрицательно влияет на уставший мозг и информация которую человек приобрёл за день может потеряться. Если не соблюдать правила по использованию наушников то может возникнуть Тиннитус – это не конечная патология, а в большинстве случаев с него начинается динамичное снижение остроты слуха.

Наушники ворвались в нашу жизнь очень стремительно ведь первые наушники появились в 20 веке их использовали спецслужбы, и никто тогда не подозревал что через несколько лет их будет использовать вся молодежь.

По проведенным исследованиям учёных 77 % опрошенных ежедневно используют наушники, а в России скорее всего ещё больше. И ведь большинство людей слушают не «Летучую мышь» Иоганна Штрауса или Бетховена, а рок или криминальный рэп, чаще всего американского исполнения. Важным для человека является уход за наушниками. Сейчас большую роль приобретают беспроводные наушники, например, такие как *Audio-Technica ATH-SR30BT*. К сожалению по проведённым опросам большинство современных подростков надевают наушники и слушают музыку когда делают домашнее задание которое получили в школе, что конечно негативно скажется на понимание ими предмета, так как музыка будет серьёзно отвлекать и школьник не будет понимать что и зачем он пишет в тетрадь. Мало этого. Ведь дошло до того, что самые наглые школьники используют наушники прямо на уроке в школе, когда учитель объясняет у доски учебный материал, что конечно приводит к конфликтам между учителем и учеником, ведь для учителя это признак глубокого неуважения и к нему и к учёбе. Учитель пытается отнять телефон и наушники и из за этого вспыхивает физический конфликт со школьником, который начинается драться за свой телефон и наушники. Лучше наушников могут быть только колонки, потому что они пропускают звук рассеянным и не оказывают высокого давления на ухо. Хотя и в них не желательно громко воспроизводить звук. Как говорил великий греческий философ античного времени Аристотель «Всё хорошо в меру».

**Вывод.** Конечно все мы прекрасно понимаем что в современном мире не возможно отказаться от наушников, это могут сделать единицы, с большой силой воли или уже больные люди у которых пропал слух. Ведь к сожалению человек по природе своей или наивности не хочет учиться на чужих ошибках он хочет попробовать, идёт до конца, а потом в 30 лет остаётся глухим. И жизнь его поломана. Но что бы не потерять, а сохранить слух нужно всего лишь выполнять часть правил которые защитят слух. Ведь человеческое ухо – это единственный орган который даёт нам возможность услышать звук, поэтому он нуждается в защите от звукового давления. Очень жаль, но многие люди не задумываются над этой важной

проблемой. Однако считаю, что с возрастом они начнут понимать её значимость. Не было бы поздно.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Билич, Г. А., Назарбо, Л. В // Популярная медицинская энциклопедия. Человек и его здоровье – Мвече, 2002.
2. Справочник врача общей практики Н. П. Бочнов, В. А. Насанова и др. // Под редакцией Н. Р. Палеева – М: Издательство. Эксмо, 2002. – 2 т.
3. Вуджат Дж. Настольная книга по громкоговорителям и наушникам, Изд-во Hearnnet, 1988.
4. Настройка и использование наушников *Powerbeats Pro* с *iPhone*, компьютером *Mac* или другим устройством. Электронный ресурс. URL: <http://softhelp.org.ua/article/Monster%20Beats.html> (дата обращения 07.10.2019).

УДК 656.1/5

*М. О. Лебедев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ПАССИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАБИНЫ ПОЖАРНОЙ АВТОЦИСТЕРНЫ**

Пожарный автомобиль во многом определяет его специальный кузов. Кузов пожарной автоцистерны состоит из кабины, собственно кузова, цистерны, бака для пенообразователя и деталей оперения.

На большинстве пожарных автоцистерн кабина водителя стандартного шасси остаётся без изменений, а к ней лишь пристраивают посредством сварки цистерну и тумбы для пожарно-технического вооружения пожарного расчёта.

Пожарные автомобили состоят из шасси, основы транспортного средства, и пожарной надстройки. Она может включать салон для боевого расчёта, агрегаты различного назначения (пожарные насосы), ёмкости для огнетушащих веществ, отсеки для пожарно-технического вооружения (ПТВ).

Разнообразие пожаров и условий пожаротушения, а также выполняемых работ при боевых действиях потребовали создания пожарных автомобилей различного назначения. Так, жаркое лето 2010 г. и губительные лесные пожары в большинстве областей Центра Европейской части Рос-

сии, приведшие не только к уничтожению материальных ценностей, но и к человеческим жертвам, заставляют задуматься о таких специфических ситуациях работы пожарного автомобиля, как работа в горящем лесу, а, следовательно, и создание специальных пожарных автомобилей, предназначенных для работы в лесных массивах. Основными требованиями, предъявляемыми к данным пожарным автомобилям являются: высокая проходимость, высокая боевая готовность, мобильность развёртывания, безопасность и т.д. В данной статье будет подробно рассмотрен расчёт жёсткости каркаса безопасности кабины пожарной автоцистерны. Пример такого каркаса представлен на рисунке 1.



**Рис. 1. Каркас безопасности кабины пожарной автоцистерны**

В отличие от обычных автомобилей, пассивная безопасность которых достаточно полно регламентируется соответствующими нормативными документами (ГОСТ Р, Правила ЕЭК ООН) и должна быть обеспечена производителем в полном соответствии с ними, обеспечение пассивной безопасности пожарных машин требует дополнительного рассмотрения и внимательного анализа. Примером служит рассмотрение такой достаточно специфической ситуации, как частое падение на пожарный автомобиль ствола обгоревшего дерева.

Если рассматривать 40 – 50-летний лесной массив, то длина ствола среднего дерева может превосходить 25 м, а его максимальный диаметр  $d$  составлять 0,5 м. Если конструкция автоцистерны не предусматривает за-

щиту от падения обгоревшего дерева, то возможны повреждения элементов конструкции пожарного автомобиля, выход из рабочего состояния, либо травмы или гибель пожарного расчёта, находящегося в его кабине или обслуживающего его во время работы по обеспечению тушения очага возгорания. Ситуация усугубляется тем, что пожарный автомобиль имеет ёмкости с легковоспламеняющимся топливом для двигателя, поэтому в случае разрушения или повреждения топливопроводов пожарный автомобиль может стать новым источником пожара или способствовать его интенсификации. Одним из возможных решений этой проблемы может быть оснащение такой пожарной машины специальным защитным каркасом безопасности. Попробуем определить некоторые исходные параметры для расчёта такого каркаса безопасности пожарного автомобиля. Схема ситуации и основные геометрические параметры представлены на рисунке 2.

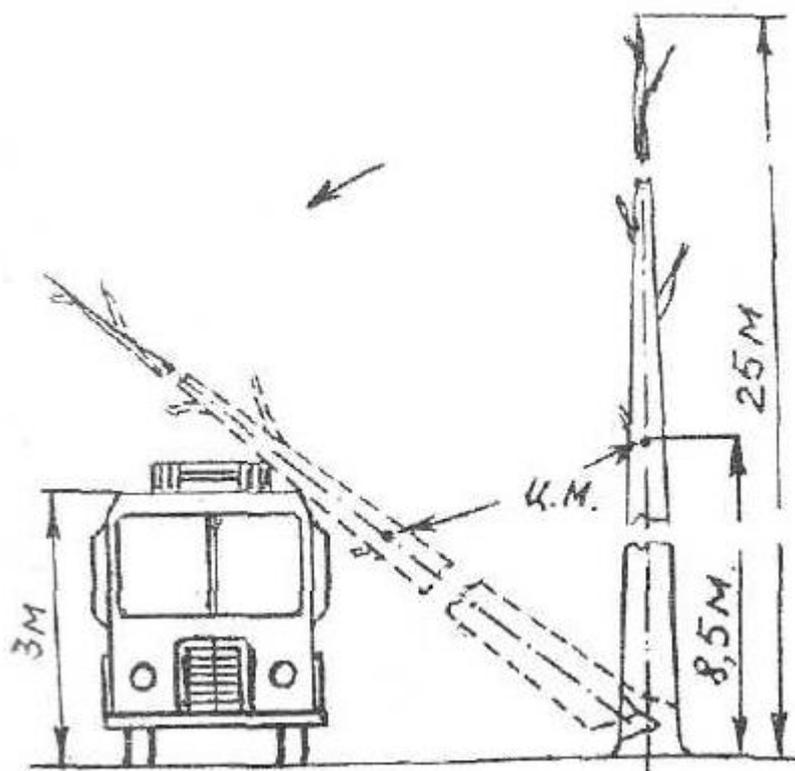


Рис. 2. Схема падения дерева на пожарный автомобиль

Принято, что центр масс обгоревшего ствола располагается в зоне 1/3 его высоты. При средней плотности ствола сосны  $\rho_c = 0,7$  т/м, полная масса  $m_{ст}$  25-метрового ствола составит:

$$m_{cm} = \rho N = 1/12 \rho l \pi d^2 = (0,7 \cdot 25 \cdot 3,14 \cdot 0,25) / 12 = 1,1 \text{ т.}$$

Время снижения центра масс ствола дерева при его свободном падении до высоты 2,5 – 3 м (ориентировочное расположение по высоте точки встречи ствола с опоясывающей верхней частью корпуса автомобиля защитным каркасом) будет в пределах 1 – 1,1 с (пройденное им при этом расстояние по высоте составит 5,5 – 6 м). Вертикальная скорость  $V$  движения центра масс в этой точке ( $g = 9,81$  м/с) будет на уровне 10,7 м/с. Кинетическая энергия  $Q$  падающего ствола в этот момент составит:

$$Q = 0,5m_{cm}V^2 = 0,5 \cdot 1100 \cdot (10,7)^2 = 62940 \text{ Дж.}$$

Эта энергия рассеивается за счёт деформации элемента защитного каркаса безопасности (ориентировочно допустимой может быть деформация порядка 0,5 м), а также за счёт прогиба подвески автомобиля и его шин (всего около 0,15 м) и прогиба ствола дерева в центре масс (ориентировочно 0,5 м), т.е. работа силы сопротивления происходит на пути  $S = 1,15$  м. Тогда, средняя величина силы, действующей на каркас в точке контакта со стволом:

$$F = Q/S = 62940/1,15 = 54730 \text{ Н} \sim 5,5 \text{ тс.}$$

Таким образом, защитный каркас пожарной машины, подготовленной к тушению пожаров в лесных массивах, должен рассчитываться на приложение в расчётной точке сосредоточенной вертикальной нагрузки величиной не менее 5,5 тс. Все полученные расчётные данные легли в основу разработки каркаса безопасности машины лесопатрульной пожарной (МЛП). Цветографическая схема МЛП представлена на рисунке 3.

На основе ранее полученных расчётов и последующей проработкой компоновки автомобиля, было принято решение о предварительном расчёте каркаса безопасности, а также оценки прочности и пассивной безопасности с использованием пакета конечно-элементного анализа *ABAQUS*, для данного пожарного автомобиля. Программный комплекс *ABAQUS* представляет собой пакет программ, основанных на методе конечных элементов, и предназначен для проведения многоцелевого инженерного анализа сложных несущих конструкций. На начальной стадии было необходимо создать геометрическую модель каркаса, которая в свою очередь должна быть представлена в виде линий (отрезков), проходящих через геометрические центры сечений силовых элементов каркаса. Результатом явилась

объёмная пространственная модель каркаса безопасности пожарного автомобиля МЛП представленная на рисунке 4.

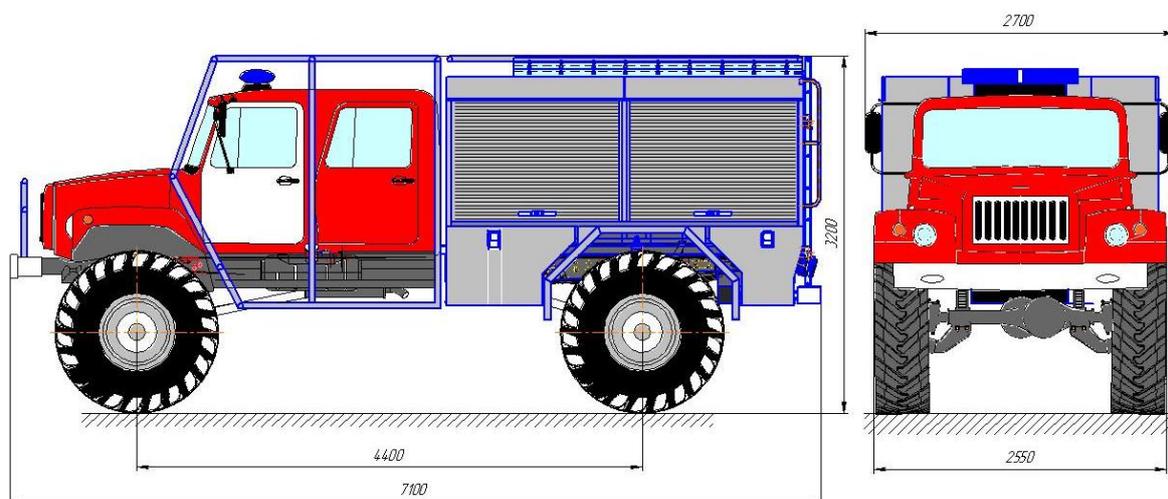


Рис. 3. Цветографическая схема автомобиля МЛП

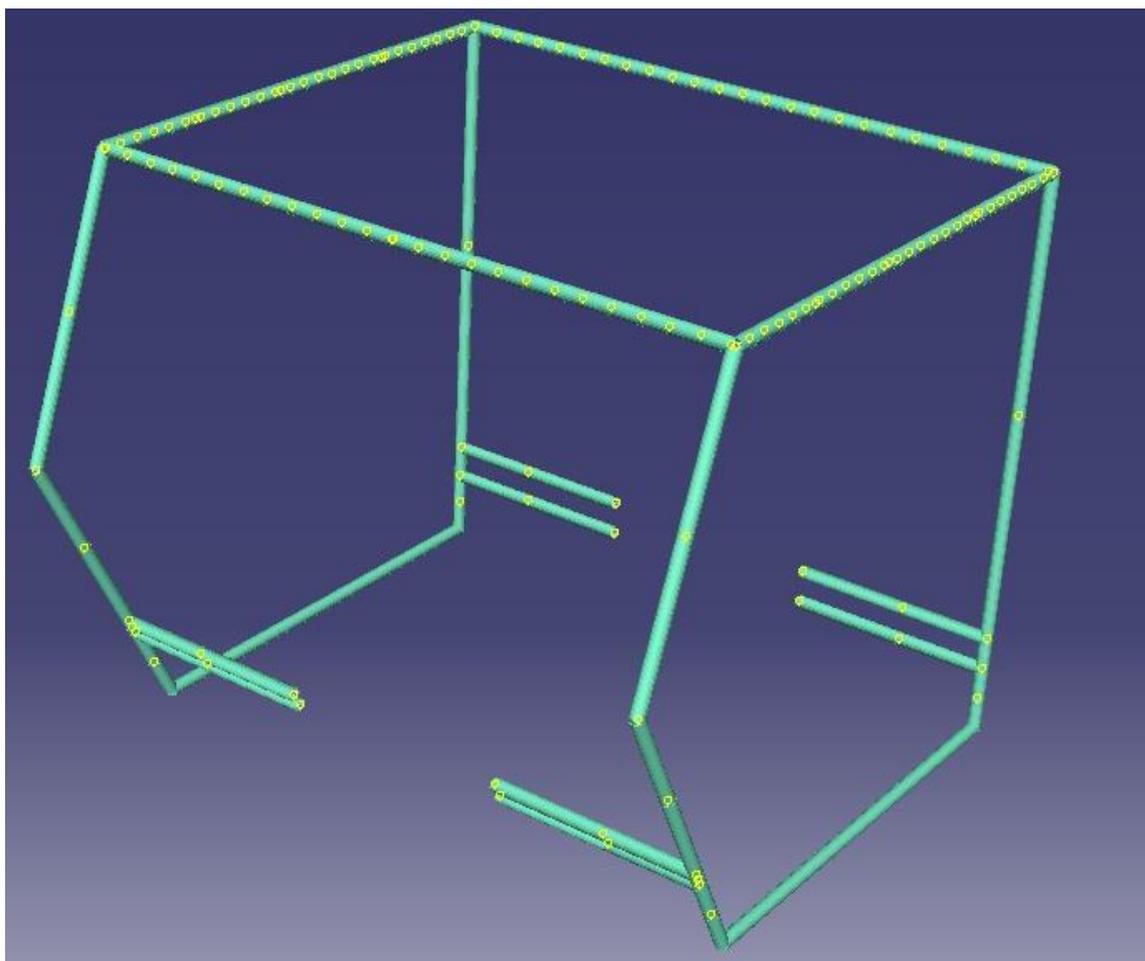
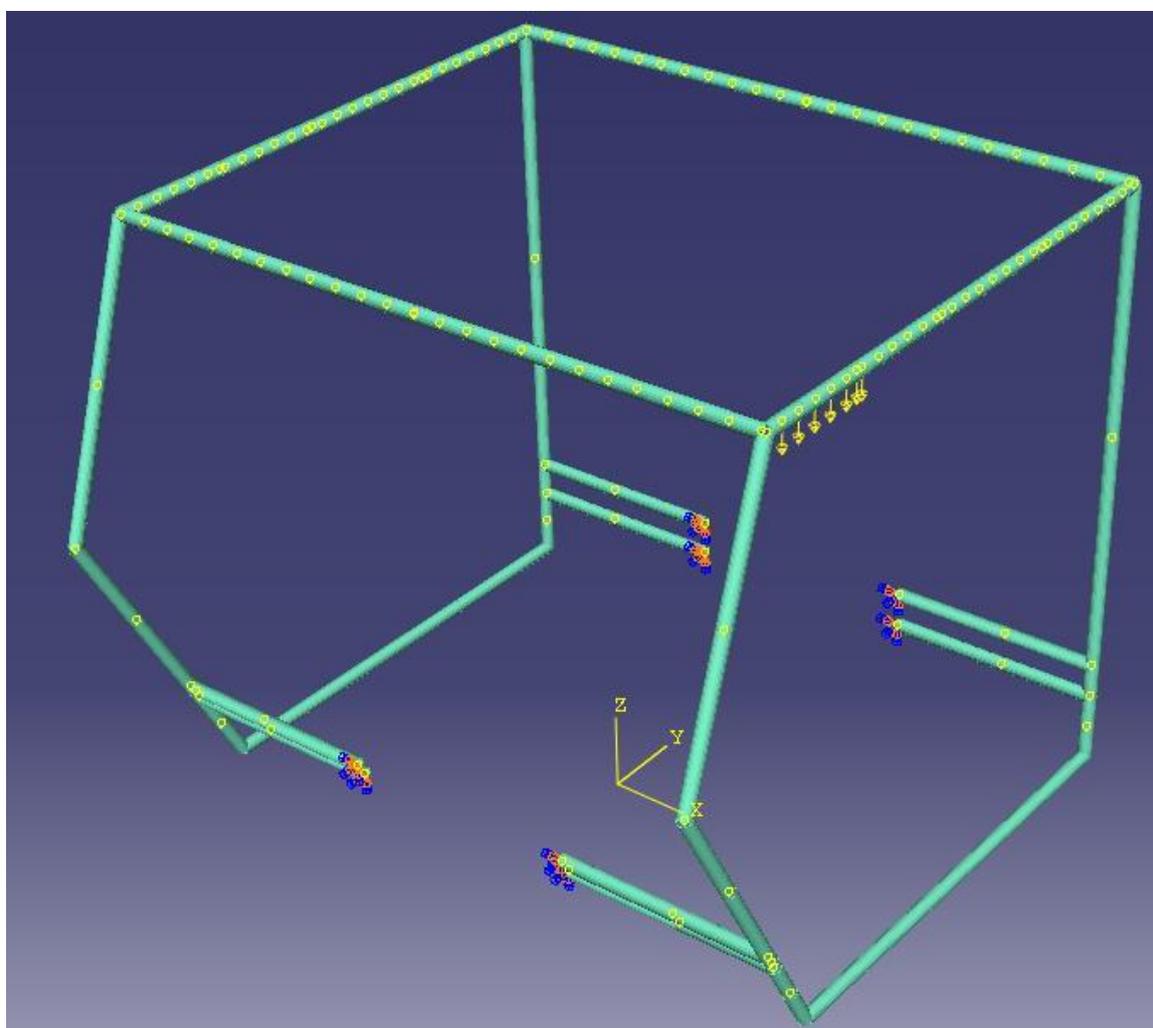


Рис. 4. Объёмная пространственная модель каркаса безопасности

Следующими этапами в расчёте каркаса стали задание свойств материала, задание свойств балочных элементов, присвоение созданных свойств элементам геометрической модели, формирование целостной модели, задание параметров расчёта и наконец, закрепление и нагружение конструкции. В нашем случае материалом является нержавеющая сталь 12Х18НТ, с плотностью  $\rho = 7,85 \cdot 10^{-9}$  т/мм<sup>3</sup> и упругими характеристиками материала (модуль Юнга  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа; коэффициент Пуассона  $\nu = 0,3$ , круглого сечения  $d = 50$  мм и толщиной стенки  $t = 2$  мм, точки опор закреплены по трём линейным степеням свободы  $U1$ ,  $U2$  и  $U3$ , а нагрузка приходится в переднюю левую часть верхнего продольного элемента каркаса. Схема закрепления и нагружения представлены на рисунке 5.



**Рис. 5. Схема закрепления и нагружения модели**

В данном случае было рассмотрено поведение каркаса под действием нагрузки, суммарное значение которой составляет 55кН. Очевидно, что

такая нагрузка должна вызвать пластические деформации в силовых элементах каркаса, поэтому необходимо выполнить статический нелинейный инженерный анализ. В программе *ABAQUS* имеется возможность расчёта конструкции за пределами упругих деформаций, при заданных нелинейных характеристиках материала. Материал является нелинейным, если зависимость между напряжениями и деформациями описывается диаграммой, показанной на рисунке 6.

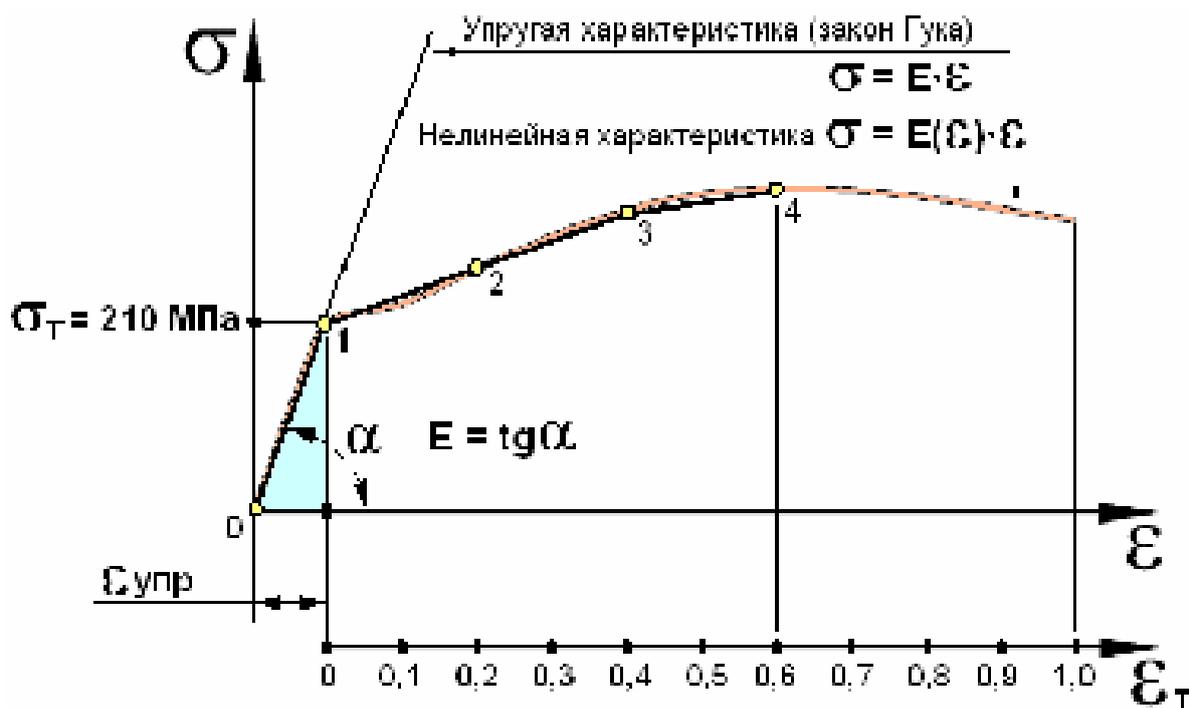
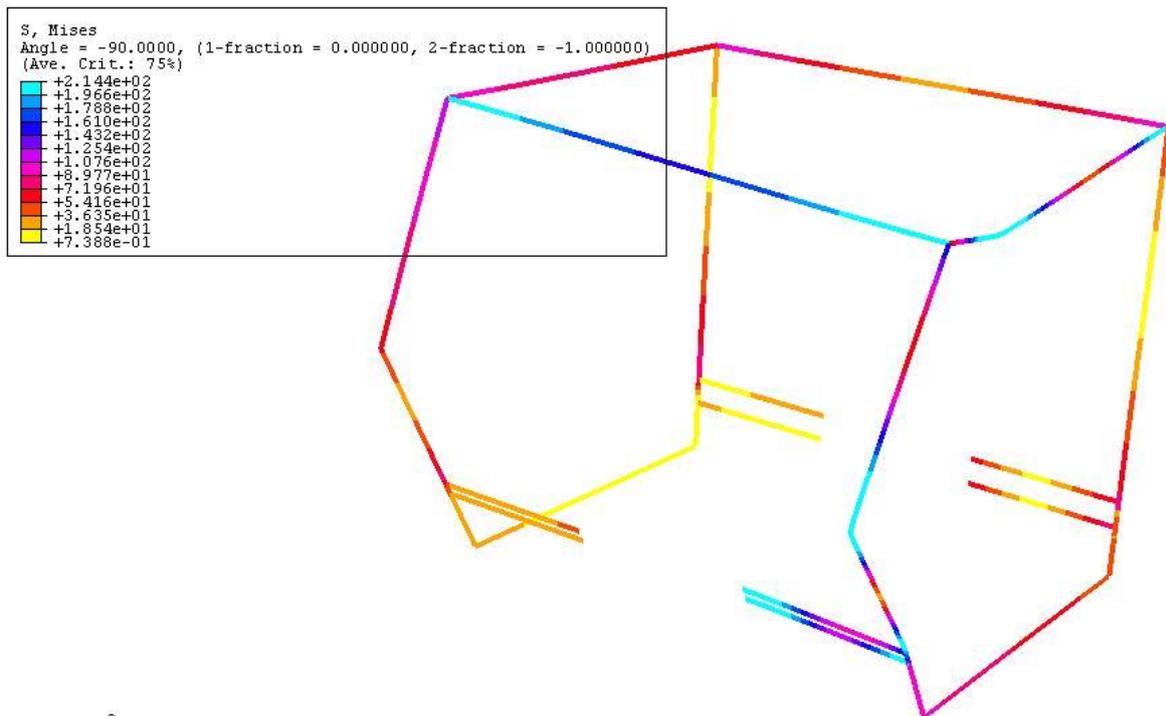
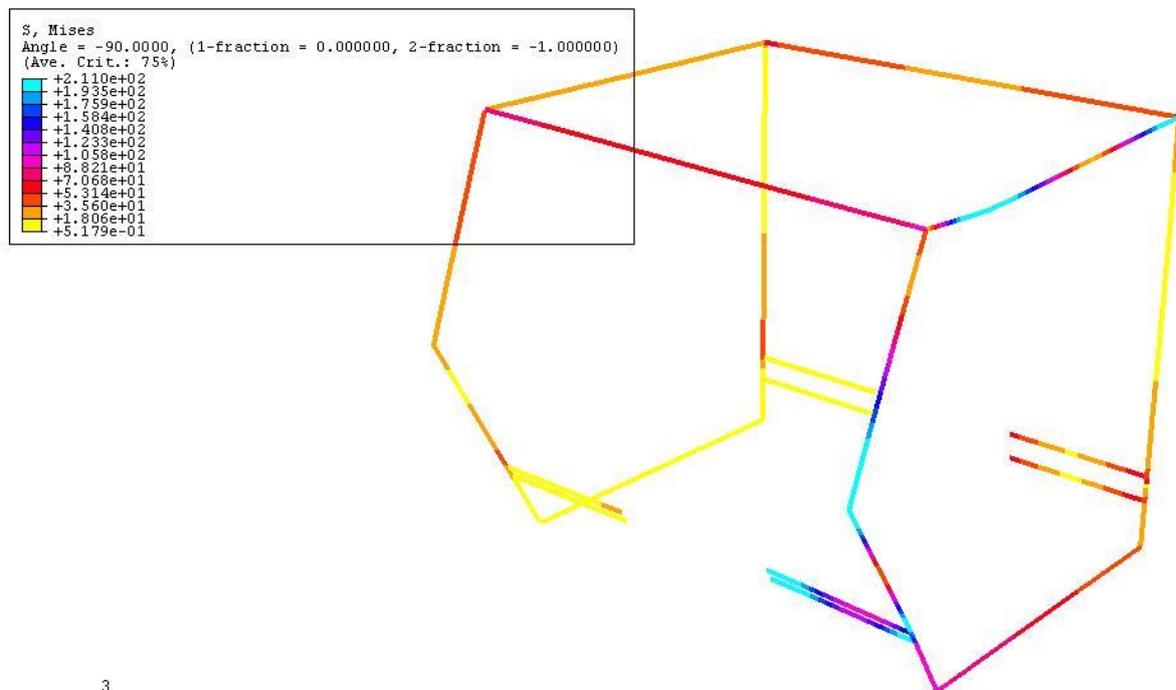


Рис. 6. Упругая (линейная) и упругопластическая (нелинейная) характеристики изотропного материала

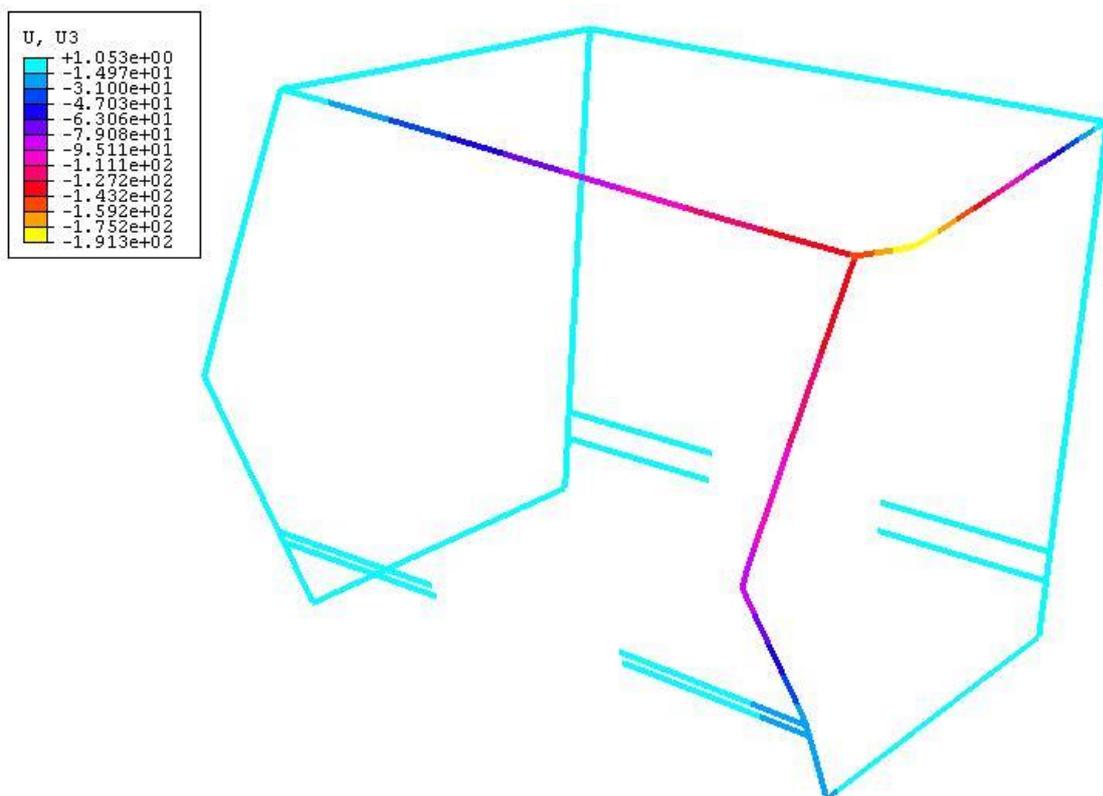
По окончании нелинейного расчёта, были получены эпюры деформации конструкций с различными диаметрами сечений  $d = 50$  мм и  $d = 40$  мм, при той же толщине стенки  $t = 2$  мм, а также распределение напряжений по элементам модели на каждом шаге последовательного приращения нагрузки. Максимальные напряжения, возникающие в каркасах безопасности с диаметрами сечений  $d = 50$  мм и  $d = 40$  мм, представлены соответственно на рисунках 7 и 8 соответственно.



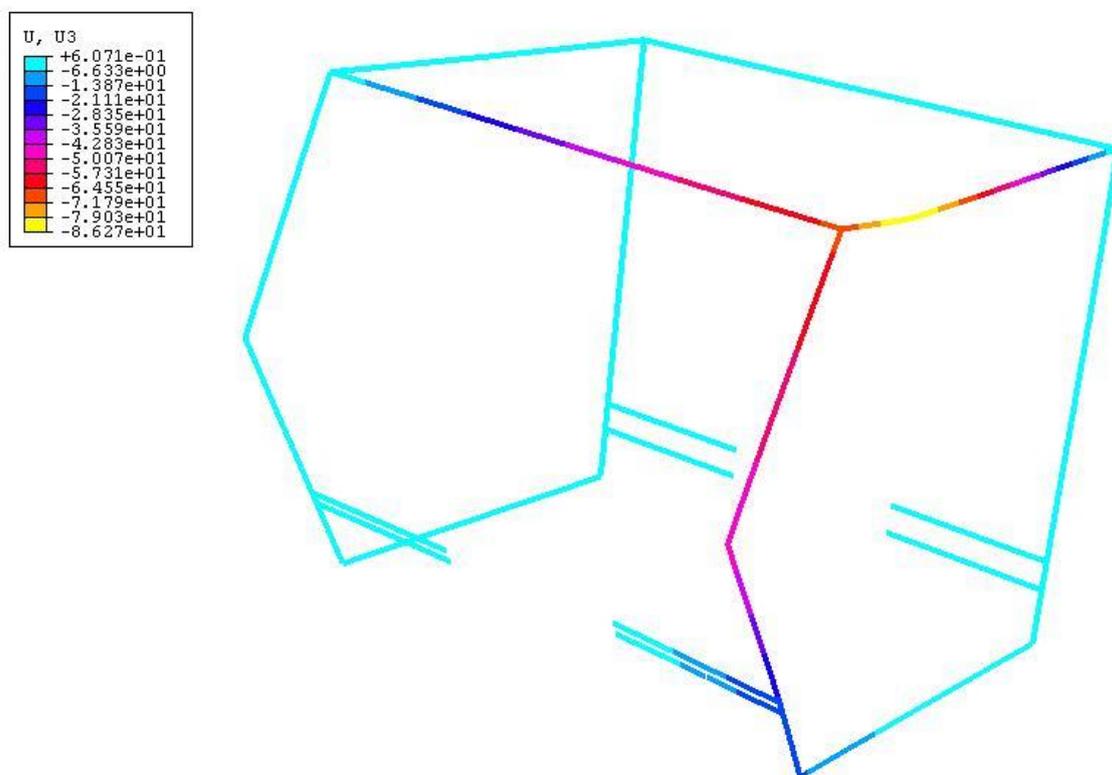
3  
**Рис. 7. Максимальные напряжения, полученные в каркасе безопасности с диаметром сечений  $d = 50$  мм**



3  
**Рис. 8. Максимальные напряжения, полученные в каркасе безопасности с диаметром сечений  $d = 40$  мм**



**Рис. 9.** Максимальные перемещения по оси  $Z$ , полученные в каркасе безопасности с диаметром сечений  $d = 50$  мм



**Рис. 10.** Максимальные перемещения по оси  $Z$ , полученные в каркасе безопасности с диаметром сечений  $d = 40$  мм

При сравнении полученных результатов можно сделать следующий вывод, что достижение величины предела текучести  $\sigma_T = 210$  МПа у каркаса безопасности с диаметром сечения  $d = 40$  мм происходит на 18 шаге, когда как у каркаса безопасности с диаметром сечения  $d = 50$  мм только на 26 шаге, что уже говорит о большей несущей способности каркаса безопасности с диаметром сечений  $d = 50$  мм. Но самым главным результатом анализа является сравнение величин максимальных перемещений, так как их значение повлияет на самый главный вывод – сможет ли данный каркас обеспечить безопасность пожарному расчёту, находящемуся внутри автомобиля. Результаты максимальных перемещений представлены на рисунках 9 и 10.

Исходя из вышепоказанных рисунков и данных расчётов – можно сделать вывод, что данный каркас безопасности выдержит падение средне-статистического обгоревшего дерева 40 – 50-ти летнего лесного массива и, тем самым, обеспечит безопасность пожарного расчёта, находящегося внутри пожарного автомобиля.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безбородько, М. Д. Пожарная техника: Учебник / Под ред. М. Д. Безбородько. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2004;
2. Колетаев, А. В. К вопросу обеспечения пассивной безопасности пожарных машин / А. В. Колетаев, В. И. Песков // Безопасность транспортных средств в эксплуатации: сб. тез. Докл. 71-й международной науч. – техн. конф. / НГТУ им. Р. Е. Алексеева – Н. Новгород, 2001;
3. <https://ru.wikipedia.org/>.

УДК 656.08

*А. А. Мананникова, А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **АНАЛИЗ ПРИЧИН ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2018 ГОД**

Одной из важных проблем в организации дорожного движения является обеспечение безопасности на дороге.

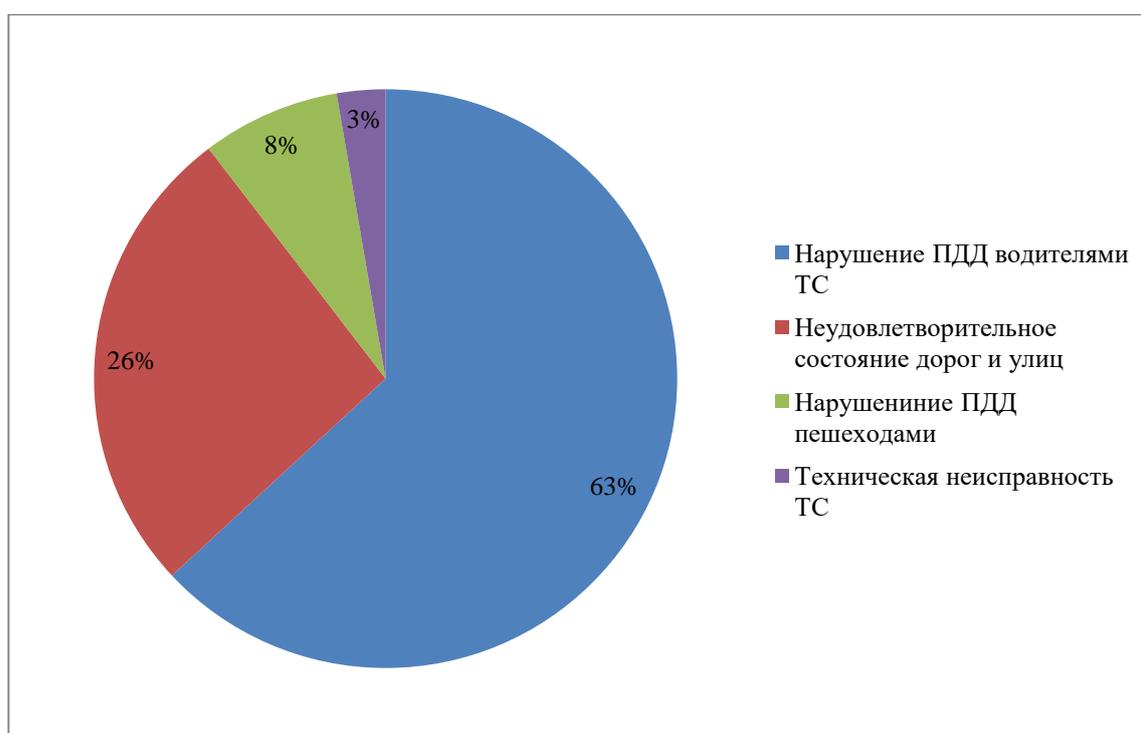
По статистическим данным в 2018 году отмечалось незначительно снижение уровня аварийности, но процент дорожно-транспортных проис-

шествий (ДТП) со смертельным исходом вырос – каждая 9 автокатастрофа с летальным исходом [1].

Основными причинами аварий являются:

1. Нарушение правил дорожного движения (ПДД) водителями транспортных средств (ТС);
2. Неудовлетворительное состояние дорог и улиц;
3. Нарушение ПДД пешеходами;
4. Техническая неисправность ТС.

Для более наглядного представления процентное соотношение общего количества аварий по причинам представлено на рис. 1.



**Рис. 1. Доля каждой причины в общем количестве ДТП за 2018 г.**

Подробнее разберём каждую причину:

1. Дорожно-транспортное происшествие, произошедшее вследствие технической неисправности ТС, составляет 3,7 % от общего количества аварий.

За 2018 год зарегистрировано 4491 ДТП, в которых 733 человека погибли, а 6403 получили ранение [1].

К основным видам неисправностей относились: наличие конструктивных изменений, установка на одну ось шин разных размеров, с различ-

ным рисунком протектора и неисправности внешних световых приборов [2].

2. Автокатастроф, произошедших по причине нарушения ПДД пешеходами, 12805, что составляет 11 % от общего количества аварий [1].

3. Число аварий, произошедших из-за неудовлетворительного состояния дорог и улиц, равно 44237, что составляет 37 % от общего количества [1].

Основными причинами являются:

- отсутствие или плохая различимость горизонтальной дорожной разметки;
- повреждения дорожного покрытия;
- ограниченная видимость;
- плохая видимость или отсутствие светофоров и дорожных знаков.

4. Самый большой процент ДТП происходит по причине нарушения ПДД водителями транспортных средств и составляет 88 %. Всего совершено 105178 ДТП, 10959 из которых с летальным исходом.

Основными причинами аварий являются:

- нарушение требований сигналов светофора и дорожных знаков;
- выезд на полосу встречного движения;
- несоблюдение дистанции;
- несоблюдение очередности проезда перекрёстков;
- несоблюдение скоростного режима;
- нарушение правил расположения ТС на проезжей части [3].

Исходя из данных о причинах аварий вследствие нарушений правил дорожного движения водителями транспортных средств, можно сделать вывод, что некоторых аварий можно избежать, если состояние дорог и улиц будет удовлетворять всем требованиям.

Например, нарушение правил расположения транспортного средства на проезжей части или выезд на встречную полосу могут быть вызваны отсутствием или плохой видимостью горизонтальной дорожной разметки или повреждениями дорожного покрытия, а нарушение требований сигналов светофоров и дорожных знаков – недостаточной их видимостью.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 9 месяцев 2018 года. Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2018, 17 с. Т. М. Линник, В. С. Боронина, О. В. Галаева. [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--90aga7a7b.xn--b1aew.xn--p1ai/news/item/16295803> (дата обращения 06.10.2019).
2. О транспорте. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.transportpart.ru/pojds-111-2.html>. (дата обращения 06.10.2019).  
Основные виды и причины ДТП и меры их предупреждения. [Электронный ресурс]. URL: <https://pdd.guru/osnovnyye-vidy-i-prichiny-dtp.html>. (дата обращения 06.10.2019).

УДК 656.025

*А. В. Рябцев, А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

## ЛОГИСТИКА И ПРОФЕССИЯ ЛОГИСТ

**Логистика** – поиск путей рационального продвижения продукта по маршруту: от производителя до получателя. Чаще всего задействованы автомобильный, железнодорожный, воздушный и морской транспорт.

Главная задача – доставить груз в целостности и сохранности.

**Логист** – это специалист, который координирует доставкой товара от производства до определённой точки. Классифицированный логист всегда знает, как сделать так, чтобы продукт дошёл до определённой точки в целостности и сохранности, за короткий период времени. Логист должен быть готов к работе в таких отраслях как: управление и контроль складов, управление технической базой, оформление документов для таможни, рациональное распределение продукции, мультимодальные перевозки.

Так же, личные качества, такие как: пунктуальность, коммуникабельность, находчивость [1].

### **Основные обязанности логиста:**

- организация грузоперевозок;
- управление складами и заказами;
- составление маршрутов;
- контроль договоров, составление отчётов, анализ;
- контроль и приемка автотранспорта;
- координировать работу водителя.

### **Обязательные требования:**

- высшее образование и опыт работы;
- владение ПК и офисных программ;
- знание транспортного законодательства;
- знание иностранных языков (желательно).

Работодатели обращают внимание на возраст, в пределах от 21 до 40 [2].

### **Как стать логистом**

Основные навыки логиста можно освоить, получив высшее экономическое образование. Этого достаточно только для того, чтобы устроиться помощником по логистике.

Базовый опыт специалисты получают уже на самой работе. В грузоперевозках очень быстро меняется ситуация. Информация часто стареет и это требует постоянного обучения и участия в организации перевозок. Нужно около года, чтобы понять всю суть работы. И перейти на уровень выше, чтобы найти высокооплачиваемую работу.

### **Заработная плата**

Заработная плата зависит от региона проживания и квалификации специалиста. Предложение оплаты колеблется от 35 000 до 150 000 рублей. Средняя зарплата логиста составляет 50 000 рублей.

### **Обучение**

Существует множество университетов, где можно получить навыки логиста. Например: СНТА направление «Логистика», дистанционные курсы в ИПО, а так же в ВлГУ, направление «Технология транспортных процессов» [2].

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. *It's Group*. Что такое логистика: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itctraining.ru/biblioteka/logistika-ved/cto-takoe-logistika/> (дата обращения 30.09.2019).
2. Инфоподдержка вашей карьеры. [Электронный ресурс]. URL: <https://enjoy-job.ru/professions/logist/>. (дата обращения 30.09.2019).

УДК 656.11 (132)

*В. И. Сарбаев, А. Г. Гусев, И. А. Томилов (Россия, г. Москва, Московский политехнический университет)*

*Г. В. Сидельников (Россия, г. Москва, Мострансавто)*

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

В последние годы (начиная с 2011 г.), в России отмечается рост основных показателей аварийности по причине технической неисправности транспортных средств. Наиболее часто (29,6 % от всех вышеуказанных дорожно-транспортных происшествий (ДТП)) причинами ДТП являлись неисправности тормозной, рулевой систем, изменение конструкции транспортного средства, шины с разными рисунками протектора и т.д., количество таких фактов увеличилось многократно (с 69 в 2015 г. до 1595 в 2016 г.). Также часто (11,5 %) выявляется такая неисправность, как износ рисунка протектора (619, + 112,7 %). В каждом седьмом (13,4 %) из вышеприведённых случаев выявлены конструктивные изменения по сравнению с серийными транспортными средствами, сведения о которых отсутствовали в регистрационных документах (725, + 489,4 %).

Случаи неисправности внешних световых приборов составляют 8,2 % вышеуказанных происшествий (444, + 67,5 %), факты наличия неисправности рулевой системы 7,8 (422, + 148,2 %), разрывы колёс – 3,4 % (184, + 90 %), неисправности рабочей тормозной системы – 3,3 % (178, + 23,6 %) и отсоединение колёс – 2,1 % (114, + 4,6 %).

Анализ показывает, что наиболее тяжёлыми последствиями сопровождаются ДТП, связанные с разрывами колёс и неисправностью электрооборудования (смертельные травмы получила почти пятая часть пострадавших), неисправность сцепного устройства (почти четверть погибших) и тормозной системы прицепа (смертельные травмы получили более четверти пострадавших), а также неудовлетворительным состоянием светоотражающих элементов (погибла почти треть из пострадавших).

В табл. 1 приведено количество транспортных единиц в транспортной компании ИП «Иваненко Г. И.», в табл. 2 – количество отказов за 2018 год.

Исходя из статистических данных, полученных в ходе исследования, можно сделать вывод о том, что большинство отказов приходится на электрооборудование (106 отказов за 1 год).

**Таблица 1 – Состав парка организации ИП «Иваненко Г. И.»**

Марка, модель автобуса	Количество
<i>Higer-KLQ6119TQ</i>	3
<i>Higer-KLQ6129Q</i>	3
<i>Golden Dragon XML6127JR</i>	1
<i>Golden Dragon XML6129</i>	1
<i>Mercedes-Benz Sprinter</i>	3
ПА3-320402	6
ПА3-320412	3
ПА3-3205	1
ГАЗ <i>Next</i>	1

**Таблица 2 – Количество отказов ТС за 2018 г.**

Марка, модель	Количество отказов			
	Двигатель	Рулевая система	Тормозная система	Электрооборудование
<i>Higer-KLQ6119TQ</i>	2	11	0	24
<i>Higer-KLQ6129Q</i>	0	19	0	36
<i>Golden Dragon XML6127JR</i>	0	1	0	9
<i>Golden Dragon XML6129</i>	0	0	0	6
<i>Mercedes-Benz Sprinter</i>	0	0	0	3
ПА3-320402	1	7	23	14
ПА3-320412	1	0	11	10
ПА3-3205	1	0	5	2
ГАЗ <i>Next</i>	0	0	0	2

Разработка эффективных мер по предупреждению ДТП с участием автобусов, снижению уровня травматизма на пассажирском транспорте, учитывая участвовавшие случаи резонансных происшествий с большим числом погибших и раненых пассажиров в разных регионах страны, – всё это требует детального анализа причин и условий их совершения, практи-

ки организации профилактической работы в автопредприятиях, изучения личности водителей автобусов, их профессиональной пригодности и т.д.[3]

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Климович, Е. В., Кузнецов, А. В. Нормативное закрепление вины собственника (владельца) транспортного средства в условиях автоматической фиксации нарушений правил дорожного движения. Проблема и пути ее решения / Е. В. Климович, А. В. Кузнецов // Научный вестник Омской академии МВД России. – 2016. – № 1. – С. 33-37.
  2. Чучаев, А. И. Действия, угрожающие безопасной эксплуатации транспортных средств / А. И. Чучаев // Уголовное право: стратегия развития в XXI веке. – М.: Проспект, 2018. – С. 650-653.
- Петров, В. Е. Диагностическая типология стилей управления транспортным средством / В. Е. Петров // Вестник ВИПК МВД России. – 2017. – № 1. – С. 77-82.

УДК 656.05

*А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ УЛИЦЫ БАТУРИНА – УЛИЦЫ ЛУНАЧАРСКОГО ГОРОДА ВЛАДИМИРА**

Схема перекрёстка с указанием всех разрешенных направлений движения представлена на рис. 1.

Для перекрёстка была выполнена оценка основных показателей дорожного движения в реальных условиях – определена интенсивность движения и состав транспортного потока в следующей последовательности [1-4]:

1. Проведён подсчёт транспортных средств, въезжающих на перекрёсток с разных направлений. Продолжительность замеров 1 час, с 8.00 до 9.00 (час пик). Результаты приведены в табл. 1;

2. Заполнены таблицы интенсивности движения в приведённых единицах на перекрёстке за 1 час (табл. 2 и 3) для часа с наибольшей суммарной интенсивностью движения.

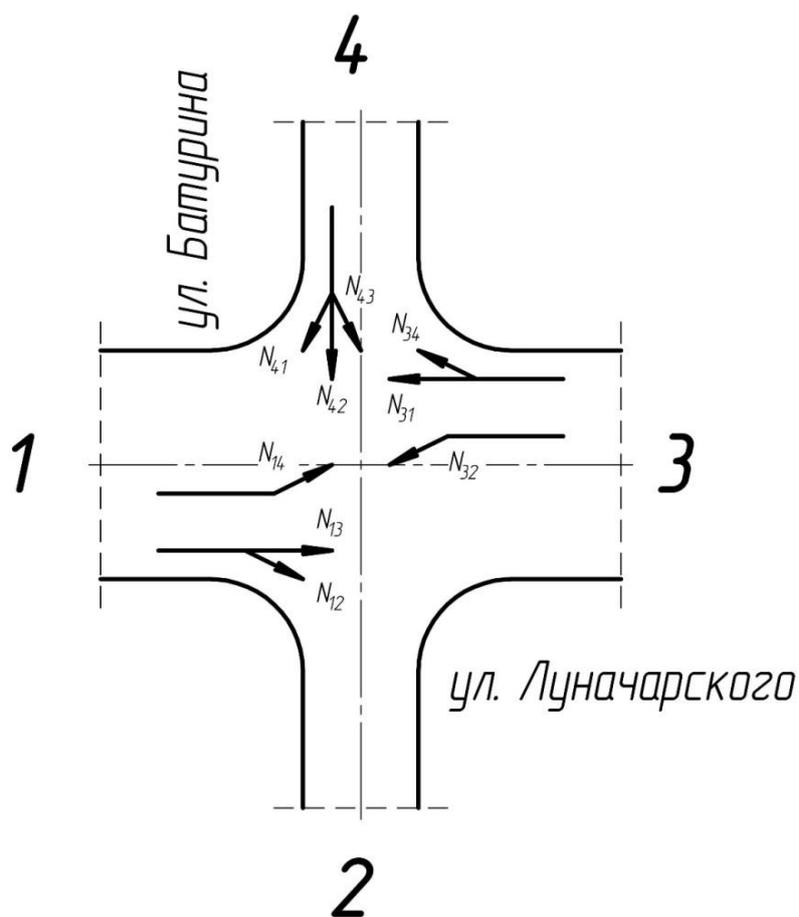


Рис. 1. Схема перекрёстка с указанием направлений движения

Таблица 1 – Бланк учёта количества ТС, прошедших за 15 мин.

Напр. · дв.	Вре- мя, ч, мин	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы		
		Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во	Нале- во	Пря- мо	Напра- во
1	8.00	136	90	2	5	5	1	10	0	0	4	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		56	38	44	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4	8.15	13	23	6	2	5	1	0	2	0	0	0	0
1		63	51	2	6	9	1	10	0	0	5	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	8.30	49	17	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		18	52	10	1	3	0	0	1	0	0	0	0
1		68	42	3	10	10	1	10	0	0	6	0	0
2	8.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		29	33	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		16	26	7	3	5	2	0	0	0	0	0	0
1	8.45	48	29	0	3	3	1	5	0	0	1	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		35	26	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	9.00	22	47	3	0	1	1	0	1	0	0	0	0

**Таблица 2 – Интенсивность движения на перекрёстке за 1 час**

Напр. дв.	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы			Все-го	Эквива-лент
	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во	Нале-во	Пря-мо	Напра-во		
1	315	212	7	24	27	4	35	0	0	16	0	0	640	780
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	169	114	112	0	2	0	0	0	0	0	0	0	397	399
4	69	148	26	6	14	4	0	4	0	0	0	0	271	301
Все-го:	553	474	145	30	43	8	35	4	0	16	0	0	1308	1480

**Таблица 3 – Интенсивность движения в приведённых единицах на перекрёстке за 1 час**

Направление движения	Легковые ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	499	266	15	780
2	0	0	0	0
3	169	118	112	399
4	81	186	34	301
Итого:	749	570	161	1480

Определение доли каждого типа транспортных средств в общем потоке представлено в табл. 4.

**Таблица 4 – Доля каждого типа ТС в общем потоке**

Тип ТС	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т	Автобусы	Троллейбусы	Всего
Число ТС	1172	81	39	16	1308
Доля в потоке, %	89,6	6,2	3,0	1,2	100

На основании расчётов из табл. 2 построены картограммы интенсивности транспортных потоков на перекрёстке. Условная картограмма приведена на рис. 2, а масштабная картограмма – на рис. 3.

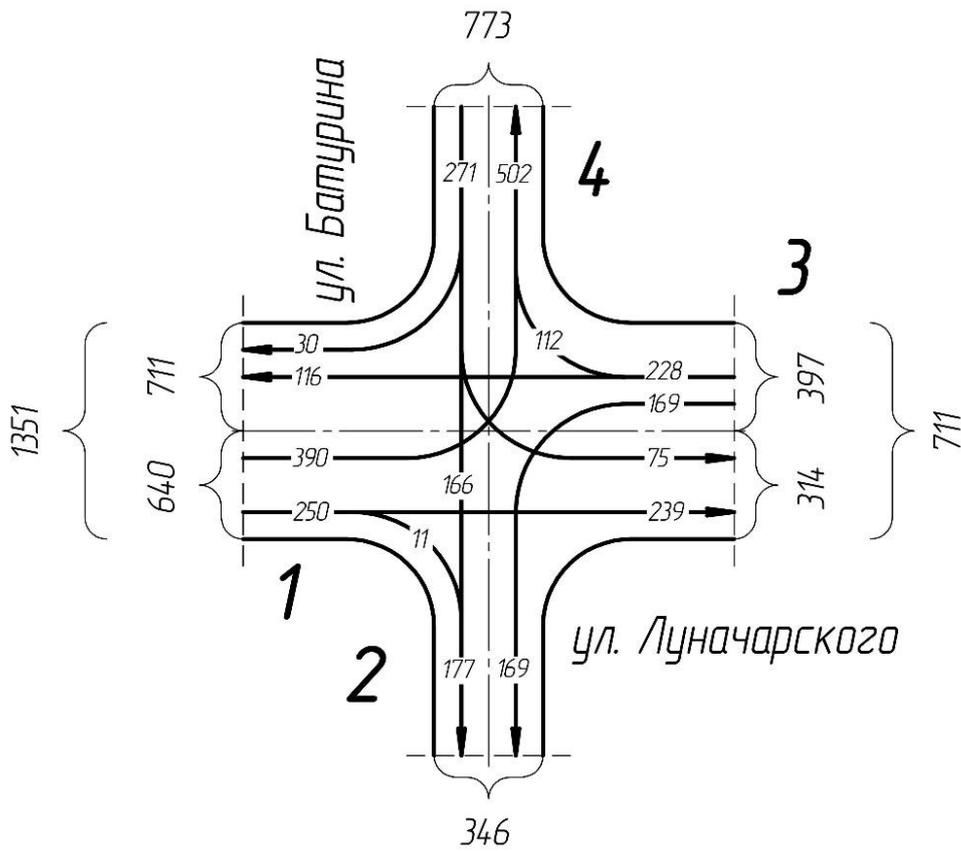


Рис. 2. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрёстке (в натуральных ТС)

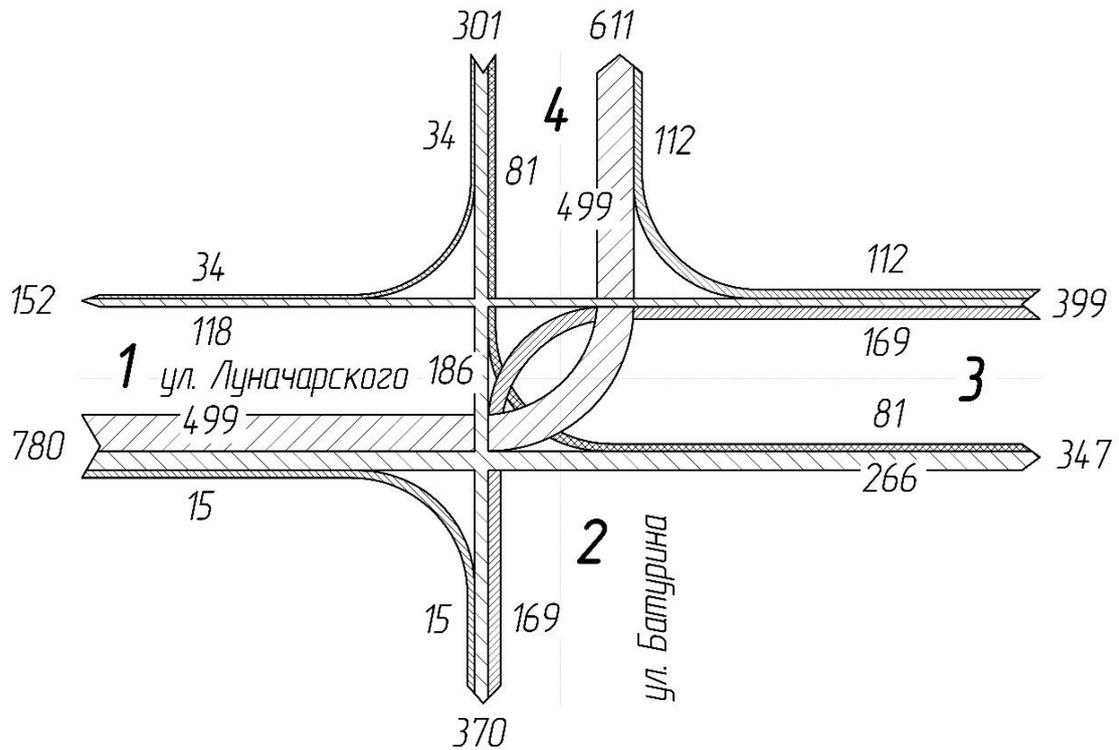


Рис. 3. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрёстке (в приведенных ТС)

#### Выводы:

1. Натурные исследования перекрёстка проводились наблюдателями на стационарных постах. Подсчёт количества транспортных средств проводился один раз в сутки с 8.00 до 9.00. Продолжительность одного замера – 15 мин., число замеров – 4.

2. Наибольшее количество автомобилей, двигающихся направо, зафиксировано в направлении  $N_{34}$  (112 ТС). Наибольшее количество автомобилей, двигающихся налево, зафиксировано в направлении  $N_{14}$  (499 ТС). Наибольшее количество автомобилей, двигающихся прямо, зафиксировано в направлении  $N_{13}$  (266 ТС).

3. Из анализа состава транспортного потока установлено, что доля легковых автомобилей составляет 89,6 %, грузовых автомобилей до 12 тонн – 6,2 %, автобусов – 3,0 %, троллейбусов – 1,2 %.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оценка безопасности движения на дороге: метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине: «Дорожные условия и безопасность движения» / Ф. П. Касаткин; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 44 с.
2. Организация и безопасность движения: метод. указания к дипломному проектированию по специальностям 190702 «Организация и безопасность движения» и 190700 «Технология транспортных процессов» / Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; сост.: А. П. Кунаков [и др.]. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 64 с.
3. Совершенствование дорожного движения на перекрёстках: учеб. пособие по выполнению вып. квалификац. работы / А. В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – 180 с. ISBN 978-5-9984-0852-6.
4. Организация движения на автомагистралях и в городах: учеб. пособие по выполнению курсового проекта / А. В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 172 с. ISBN 978-5-9984-1041-3.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВА  
ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ  
УЛИЦЫ ВАСИЛЬЕВСКАЯ – УЛИЦЫ САДОВАЯ – УЛИЦЫ  
КАЛИНИНА ГОРОДА СУЗДАЛЯ**

Схема перекрёстка с указанием всех разрешённых направлений движения представлена на рис. 1.

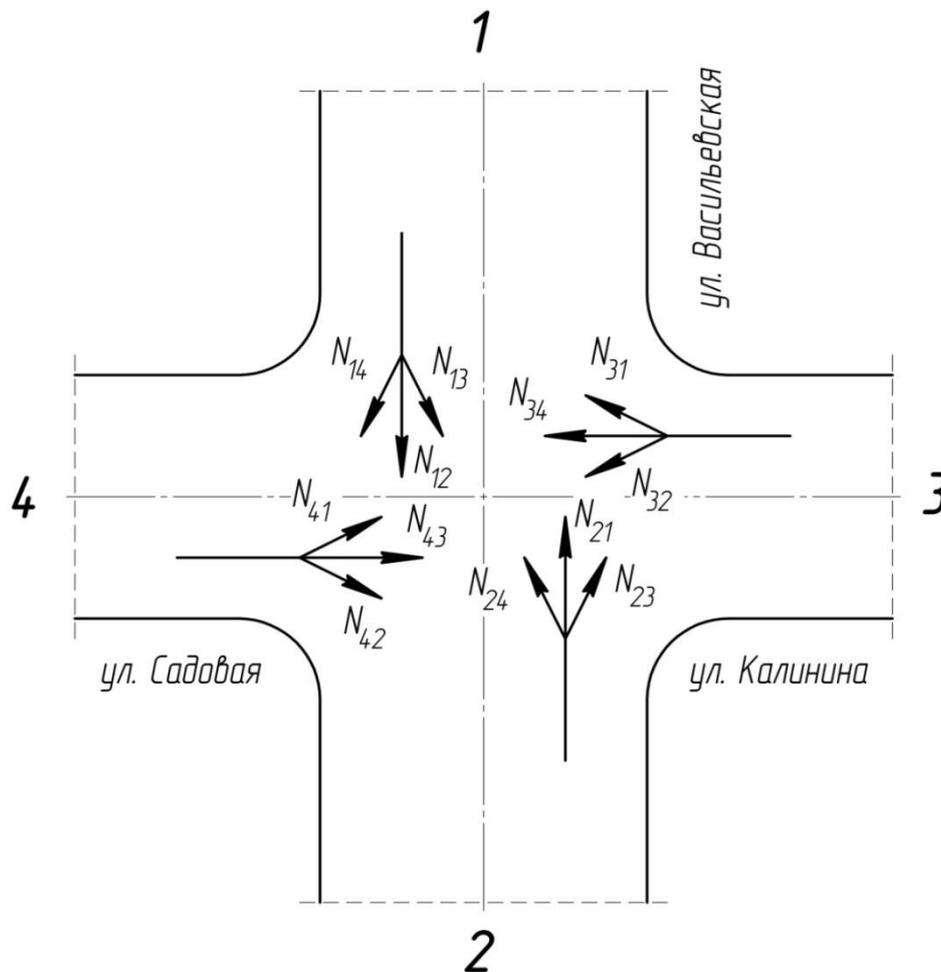


Рис. 1. Схема перекрёстка с указанием направлений движения

Для перекрёстка была выполнена оценка основных показателей дорожного движения в реальных условиях – определена интенсивность движения и состав транспортного потока в следующей последовательности [1-4]:

1. Проведён подсчёт транспортных средств, въезжающих на перекрёсток с разных направлений. Продолжительность замеров 1 час. Результаты приведены в табл. 1;

2. Заполнены таблицы интенсивности движения в приведенных единицах на перекрёстке за 1 час (табл. 2 и 3) для часа с наибольшей суммарной интенсивностью движения.

**Таблица 1 – Бланк учёта количества ТС, прошедших за 15 мин.**

Напр. движения	Время, ч, мин	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы		
		Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо
1	8.50-9.05	3	34	8	0	0	0	0	1	0
2		6	50	5	0	0	1	0	0	0
3		2	0	5	0	0	1	0	0	0
4		10	2	6	0	0	0	0	0	0
1	9.05-9.20	3	34	8	0	0	0	0	1	0
2		6	50	5	0	0	1	0	0	0
3		2	0	5	0	0	1	0	0	0
4		10	2	6	0	0	0	0	0	0
1	9.20-9.35	3	34	8	0	0	0	0	1	0
2		6	50	5	0	0	1	0	0	0
3		2	0	5	0	0	1	0	0	0
4		10	2	6	0	0	0	0	0	0
1	9.35-9.50	3	34	8	0	0	0	0	1	0
2		6	50	5	0	0	1	0	0	0
3		2	0	5	0	0	1	0	0	0
4		10	2	6	0	0	0	0	0	0

**Таблица 2 – Интенсивность движения на перекрёстке за 1 час**

Нап. ДВ.	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Всего	Эквивалент
	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо		
1	12	136	32	0	0	0	0	4	0	184	190
2	24	200	20	0	0	4	0	0	0	248	252
3	8	0	20	0	0	4	0	0	0	32	36
4	40	8	24	0	0	0	0	0	0	72	72
Всего:	84	344	96	0	0	8	0	4	0	536	550

**Таблица 3 – Интенсивность движения в приведённых единицах на перекрёстке за 1 час**

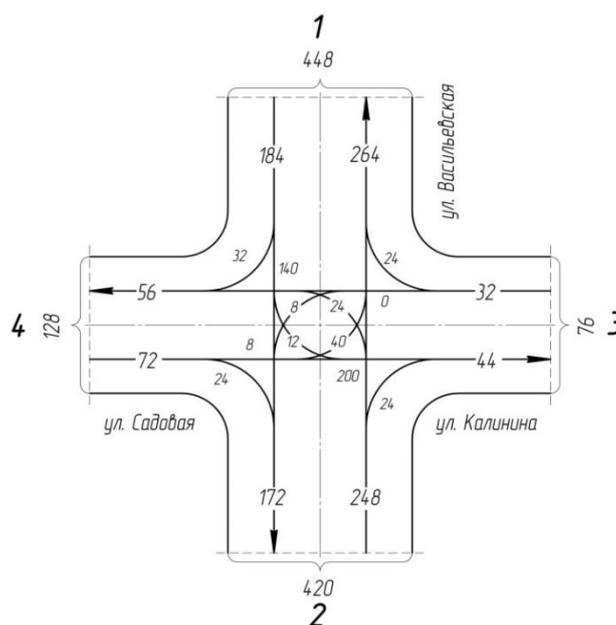
Направление движения	Легковые ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	12	146	32	190
2	24	200	28	252
3	8	0	28	36
4	40	8	24	72
Итого:	84	354	112	550

Определение доли каждого типа транспортных средств в общем потоке представлено в табл. 4.

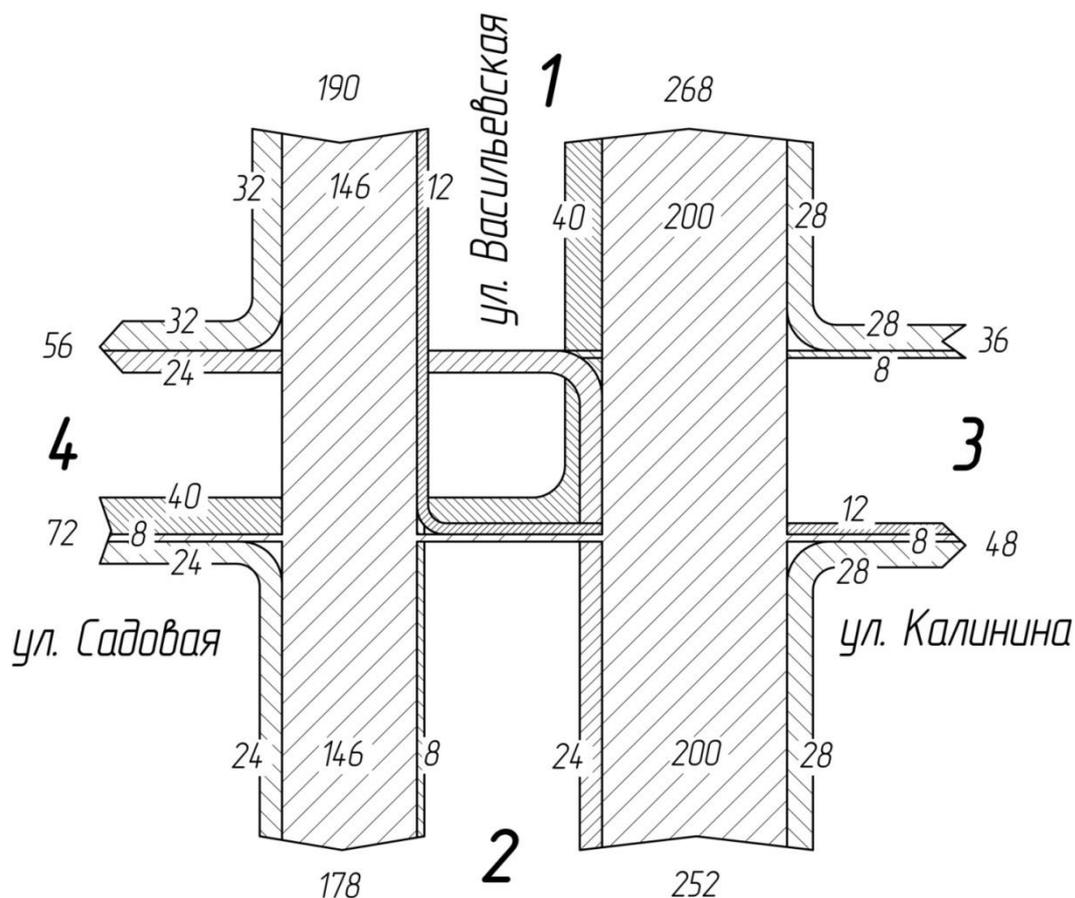
**Таблица 4 – Доля каждого типа ТС в общем потоке**

Тип ТС	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т	Автобусы	Всего
Число ТС	524	8	4	536
Доля в потоке, %	97,8	1,5	0,7	100

На основании расчётов из табл. 2 построены картограммы интенсивности транспортных потоков на перекрёстке в приведенных единицах для часа пик. Условная картограмма приведена на рис. 2, а масштабная картограмма – на рис. 3.



**Рис. 2. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрёстке**



**Рис. 3. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрёстке**

**Выводы:**

1. Наибольшее количество автомобилей, двигающихся прямо, зафиксировано в направлении  $N_{21}$  (200 ТС). Наибольшее количество автомобилей, двигающихся направо, зафиксировано в направлении  $N_{14}$  (32 ТС). Наибольшее количество автомобилей, двигающихся налево, зафиксировано в направлении  $N_{41}$  (40 ТС).

2. Из анализа состава транспортного потока установлено, что доля легковых автомобилей составляет 97,8 %, грузовых автомобилей до 12 тонн – 1,5 % и автобусов – 0,7 %.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оценка безопасности движения на дороге: метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине: «Дорожные условия и безопасность движения» / Ф. П. Касаткин; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 44 с.

2. Организация и безопасность движения: метод. указания к дипломному проектированию по специальностям 190702 «Организация и безопасность движения» и 190700 «Технология транспортных процессов» / Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; сост.: А. П. Кунаков [и др.]. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 64 с.
3. Совершенствование дорожного движения на перекрёстках : учеб. пособие по выполнению вып. квалификац. работы / А. В. Толков ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – 180 с. *ISBN 978-5-9984-0852-6*.
4. Организация движения на автомагистралях и в городах: учеб. пособие по выполнению курсового проекта / А. В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 172 с. *ISBN 978-5-9984-1041-3*.

УДК 656.05

*А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ УЛИЦЫ ГОРЬКОГО – ПРОСПЕКТА СТРОИТЕЛЕЙ ГОРОДА ВЛАДИМИРА**

Средняя скорость сообщения на перекрёстке определялась методом записи номерных знаков [1-4].

Регистрация скорости выполнялась с помощью измерителя скорости движения транспортных средств «РАДИС». Фиксировалось два значения скорости одного автомобиля: когда он появлялся в зоне видимости – «спереди» и после проезда поста наблюдения – «сзади». Затем определялось среднее значение скорости автомобиля.

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 1, а средняя скорость сообщения по типам автомобилей представлена в табл. 2.

**Таблица 1 – Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения**

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	962	73	1	615	70	1	910	50
2	163	78	2	468	57	2	002	52
3	591	70	3	508	47	3	772	58
4	309	54	4	008	68	4	229	43
5	982	66	5	235	59	5	969	46
6	185	63	6	526	25	6	631	64
7	536	56	7	530	43	7	964	65
8	448	66	8	555	50	8	858	51
9	581	55	9	007	55	9	010	68
10	076	72	10	111	55	10	812	61
11	730	62	11	469	51	11	552	63
12	787	75	12	061	67	12	174	59
13	377	64	13	165	52	13	429	76
14	592	49	14	176	72	14	100	47
15	630	72	15	772	56	15	096	57
16	136	57	16	111	52	16	516	83
17	274	63	17	630	45	17	982	57
18	535	54	18	608	51	18	549	47
19	726	57	19	966	38	19	428	63
20	084	72	20	606	61	20	187	56
21	789	60	21	926	59	21	740	61
22	623	75	22	991	43	22	007	66
23	567	90	23	165	41	23	824	78
24	208	74	24	803	56	24	420	61
25	196	57	25	966	57	25	387	54
26	581	27	26	763	47	26	427	52
27	401	58	27	988	56	27	723	60
28	412	82	28	917	48	28	008	55
29	933	47	29	717	54	29	730	57
30	491	77	30	073	41	30	718	49
31	020	78	31	585	59	31	358	65
32	920	59	32	728	49	32	900	60
33	631	67	33	457	52	33	593	64
34	841	77	34	666	54	34	965	58
35	664	64	35	082	66	35	002	55
36	982	36	36	400	49	36	909	68
37	004	81	37	674	61	37	522	38
38	301	66	38	671	71	38	762	70
39	461	70	39	039	58	39	193	52
40	531	79	40	969	53	40	914	47
41	547	75	41	-	-	41	001	70

**Окончание табл. 1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	445	72	42	-	-	42	174	43
43	423	75	43	-	-	43	183	40
44	144	70	44	-	-	44	010	64

**Таблица 2 – Средняя скорость сообщения по типам автомобилей**

Показатели	Значение показателя по типам ТС			Итого
	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т	Автобусы	
Количество зафиксированных ТС	44	40	44	128
Скорость сообщения, км/ч	65,8	53,7	58,0	59,2

Коэффициент использования скоростного режима:

$$K_V = \frac{V_c}{V_p}, \quad (1)$$

где  $V_c$  – среднее значение скорости сообщения транспортных средств, км/ч;  
 $V_p = 60$  км/ч – разрешенная скорость движения на данном участке дороги.

$K_{VЛ} = 65,8/60 = 1,1$  – для легковых автомобилей;

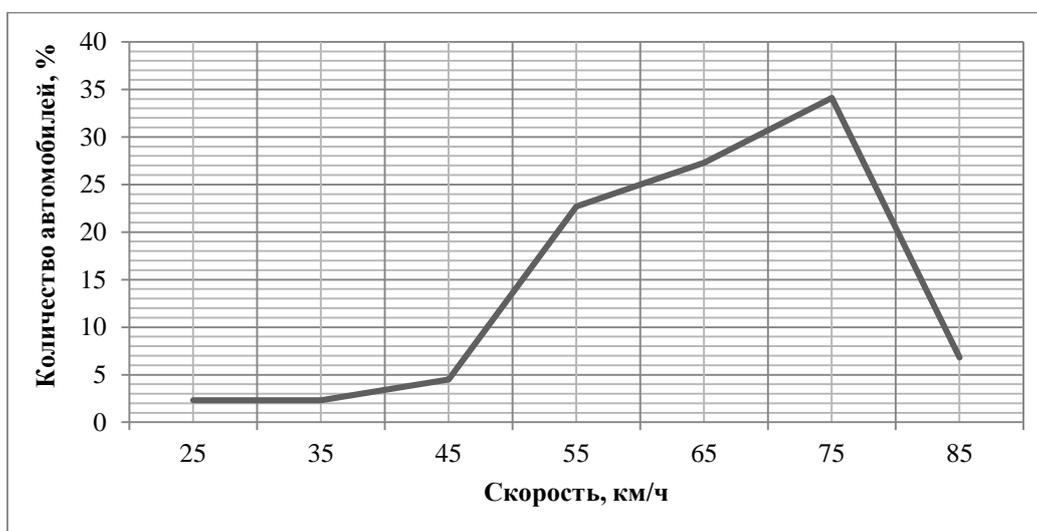
$K_{VГА} = 55,85/60 = 0,93$  – для грузовых автомобилей и автобусов.

В табл. 3 представлено распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей. На рис. 1 представлена кривая распределения скоростей легковых автомобилей, а на рис. 2 – кривая накопления скоростей легковых автомобилей.

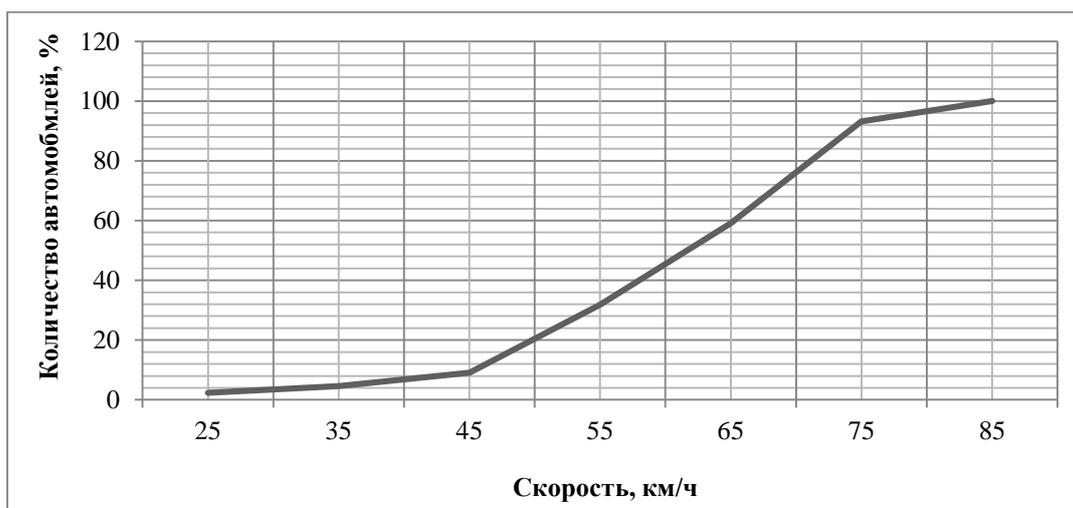
В табл. 4 представлено распределение количества грузовых автомобилей и автобусов. На рис. 3 представлена кривая распределения скоростей грузовых автомобилей и автобусов, а на рис. 4 – кривая накопления скоростей грузовых автомобилей и автобусов.

**Таблица 3 – Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей**

Интервал скорости, км/ч (и его среднее значение)	Количество автомобилей в интервале		Нарастающим итогом, %
	Единица	%	
20-30 (25)	1	2,3	2,3
30-40 (35)	1	2,3	4,6
40-50 (45)	2	4,5	9,1
50-60 (55)	10	22,7	31,8
60-70 (65)	12	27,3	59,1
70-80 (75)	15	34,1	93,2
80-90 (85)	3	6,8	100
Итого:	44	100	



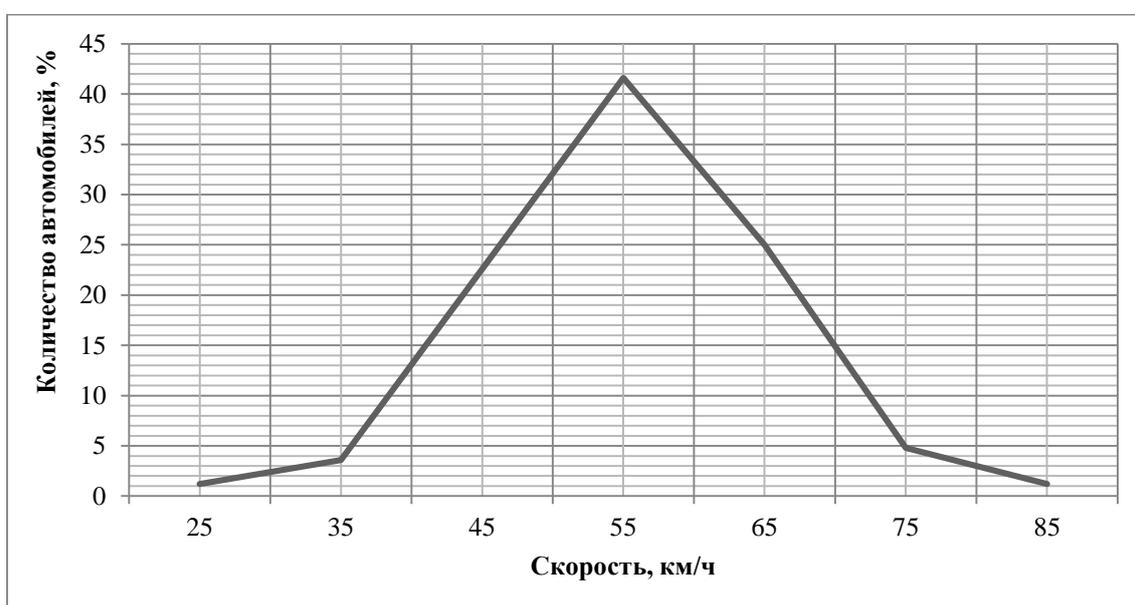
**Рис. 1. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей**



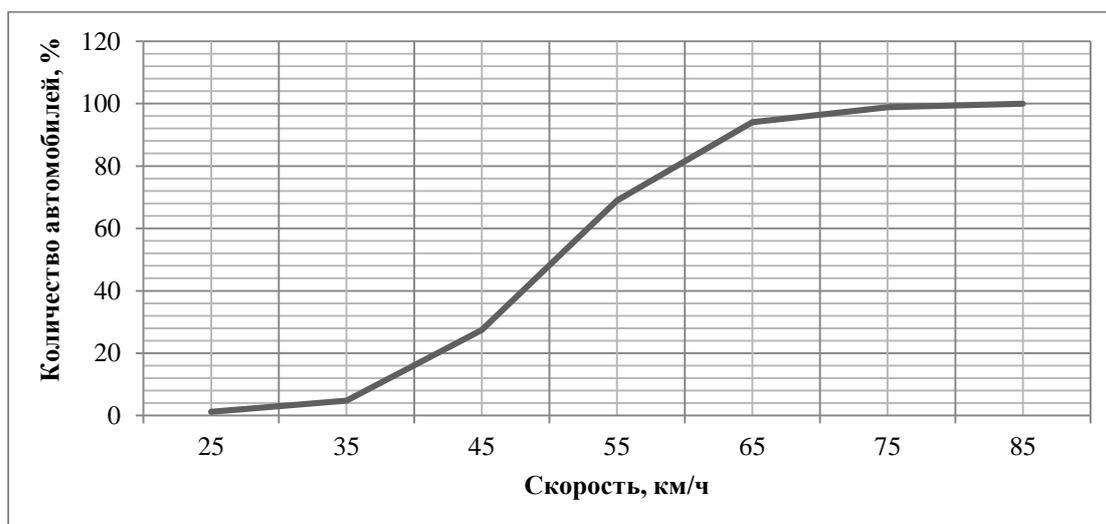
**Рис. 2. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей**

**Таблица 4 – Распределение количества грузовых автомобилей и автобусов по интервалам скоростей**

Интервал скорости, км/ч и его среднее значение	Количество автомобилей в интервале		Нарастающим итогом, %
	Единица	%	
20-30 (25)	1	1,2	1,2
30-40 (35)	3	3,6	4,8
40-50 (45)	19	22,6	27,4
50-60 (55)	35	41,6	69
60-70 (65)	21	25,0	94
70-80 (75)	4	4,8	98,8
80-90 (85)	1	1,2	100
Итого:	84	100	



**Рис. 3. Кривая распределения скоростей грузовых автомобилей и автобусов**



**Рис. 4. Кривая накопления скоростей грузовых автомобилей и автобусов**

#### Выводы:

1. Были зафиксированы скорости 44 легковых автомобилей, 40 грузовых автомобилей массой до 12 тонн и 44 автобусов. Средняя скорость легковых ТС составила 65,8 км/ч, грузовых ТС до 12 тонн – 53,7 км/ч, автобусов – 58 км/ч. Средняя скорость сообщения на данном участке УДС составила 59,2 км/ч.

2. Из анализа кривых распределения скоростей установлено, что максимальное количество легковых автомобилей движется со средней скоростью 75 км/ч, а максимальное количество грузовых автомобилей и автобусов движется со средней скоростью 55 км/ч.

3. Из анализа кривой накопления скоростей установлено, что среди легковых автомобилей 15 % наиболее медленная часть потока движется со скоростью 47,5 км/ч. Средняя скорость потока легковых автомобилей, соответствующая 50 % равна 62,5 км/ч. Основная часть потока (85 %) легковых автомобилей движется со скоростью до 75 км/ч. Значения скоростей 95 % легковых автомобилей соответствует скорости 80 км/ч.

4. Из анализа кривой накопления скоростей установлено, что среди грузовых автомобилей и автобусов 15 % наиболее медленная часть потока движется со скоростью 40 км/ч. Средняя скорость потока грузовых автомобилей и автобусов, соответствующая 50 % равна 50 км/ч. Основная часть потока (85 %) грузовых автомобилей и автобусов движется со скоростью до 62,5 км/ч. Значения скоростей 95 % грузовых автомобилей и автобусов соответствует скорости 70 км/ч.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оценка безопасности движения на дороге: метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине: «Дорожные условия и безопасность движения» / Ф. П. Касаткин; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 44 с.
2. Организация и безопасность движения: метод. указания к дипломному проектированию по специальностям 190702 «Организация и безопасность движения» и 190700 «Технология транспортных процессов» / Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; сост.: А. П. Кунаков [и др.]. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 64 с.
3. Совершенствование дорожного движения на перекрёстках: учеб. пособие по выполнению вып. квалификац. работы / А. В. Толков; Владим. гос.

ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – 180 с. ISBN 978-5-9984-0852-6.

4. Организация движения на автомагистралях и в городах: учеб. пособие по выполнению курсового проекта / А. В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 172 с. ISBN 978-5-9984-1041-3.

УДК 656.05

*А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ УЛИЦЫ БАТУРИНА – УЛИЦЫ ЛУНАЧАРСКОГО ГОРОДА ВЛАДИМИРА**

Средняя скорость сообщения на перекрёстке определялась методом записи номерных знаков [1-3].

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 1, а средняя скорость сообщения по типам автомобилей представлена в табл. 2.

**Таблица 1 – Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения**

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч	№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
<b>Легковые ТС</b>			<b>Грузовые ТС до 12 т, автобусы, троллейбусы</b>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	005	45	1	887	10
2	682	19	2	842	17
3	729	22	3	174	10
4	482	21	4	503	11
5	339	22	5	549	11
6	598	11	6	356	20
7	952	27	7	170	15
8	130	20	8	821	10
9	737	18	9	191	10
10	980	17	10	411	29
11	150	10	11	174	29

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
12	270	22	12	179	13
13	887	25	13	435	29
14	445	39	14	558	23
15	732	45	15	236	27
16	707	38	16	414	20
17	024	45	17	356	16
18	876	17	18	259	31
19	183	22	19	280	16
20	020	32	20	628	24
21	131	45	21	240	10
22	541	54	22	092	30
23	113	18	23	346	19
24	045	21	24	176	16
25	818	27	25	889	40
26	321	19	26	622	41
27	454	25	27	164	10
28	399	16	28	075	21
29	502	51	29	370	10
30	603	29	30	240	10
31	497	31	31	540	17
32	217	26	32	701	15
33	877	29	33	267	13
34	011	23	34	666	20
35	109	47	35	582	32
36	360	39	36	160	10
37	459	43	37	612	28
38	362	14	38	393	28
39	199	42	39	260	14
40	305	52	40	264	35

Коэффициент использования скоростного режима:

$K_{VЛ} = 29 / 60 = 0,48$  – для легковых автомобилей;

$K_{VГАТ} = 20 / 60 = 0,33$  – для грузовых автомобилей до 12 тонн, автобусов, троллейбусов.

**Таблица 2 – Средняя скорость сообщения по типам автомобилей**

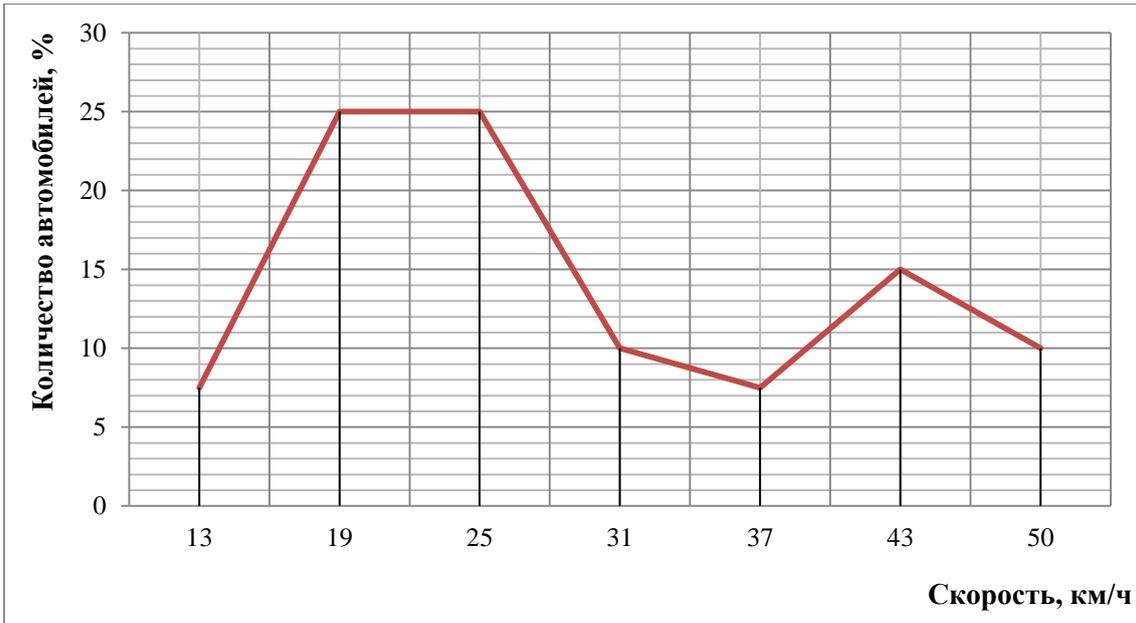
Показатели	Значение показателя по типам ТС		Итого
	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т автобусы, троллейбусы	
Количество зафиксированных ТС	40	40	80
Скорость сообщения, км/ч	29	20	25

В табл. 3 представлено распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей. На рис. 1 представлена кривая распределения скоростей, а на рис. 2 – кривая накопления скоростей.

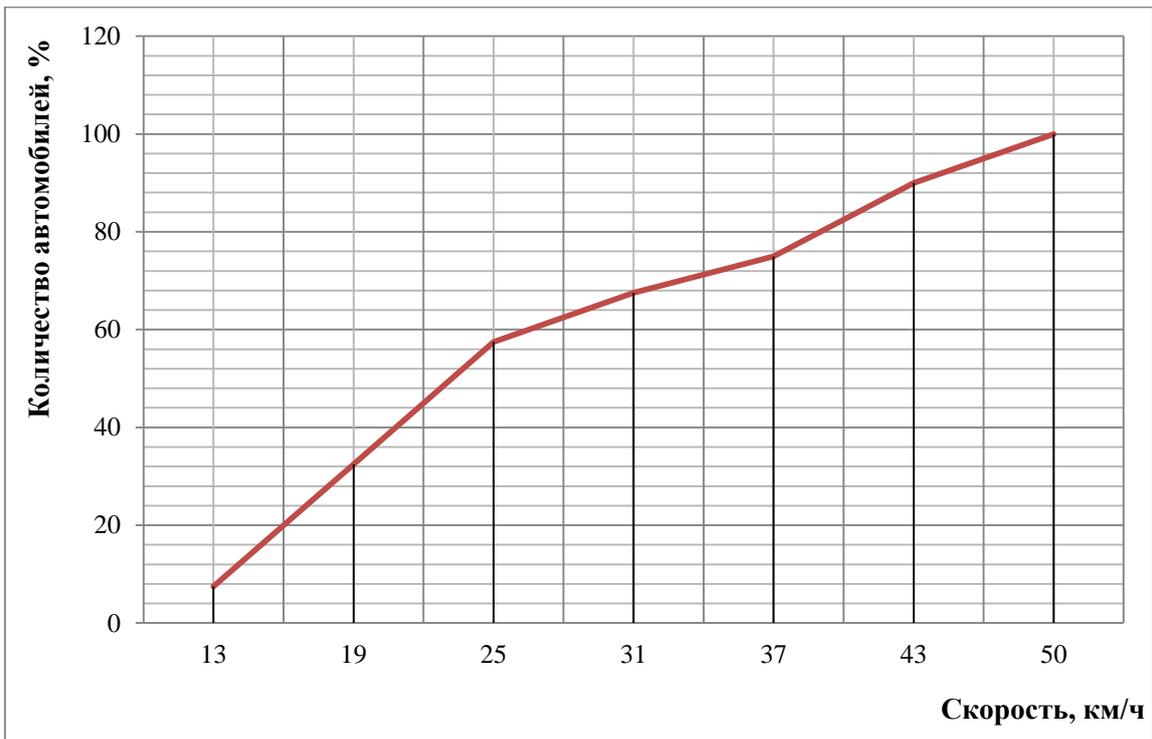
В табл. 4 представлено распределение количества грузовых автомобилей до 12 тонн, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей. На рис. 3 представлена кривая распределения скоростей, а на рис. 4 – кривая накопления скоростей.

**Таблица 3 – Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей**

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающим итогом, %
		Единица	%	
10-16	13	3	7,5	7,5
16-22	19	10	25	32,5
22-28	25	10	25	57,5
28-34	31	4	10	67,5
34-40	37	3	7,5	75
40-46	43	6	15	90
46-54	50	4	10	100
Итого:		40	100	



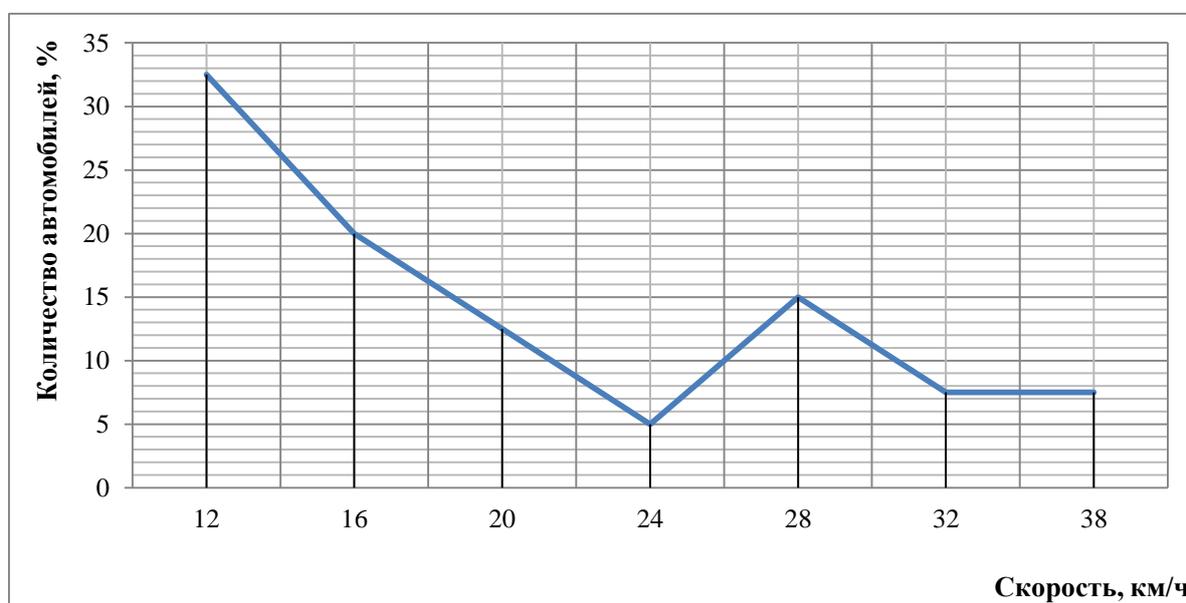
**Рис. 1. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей**



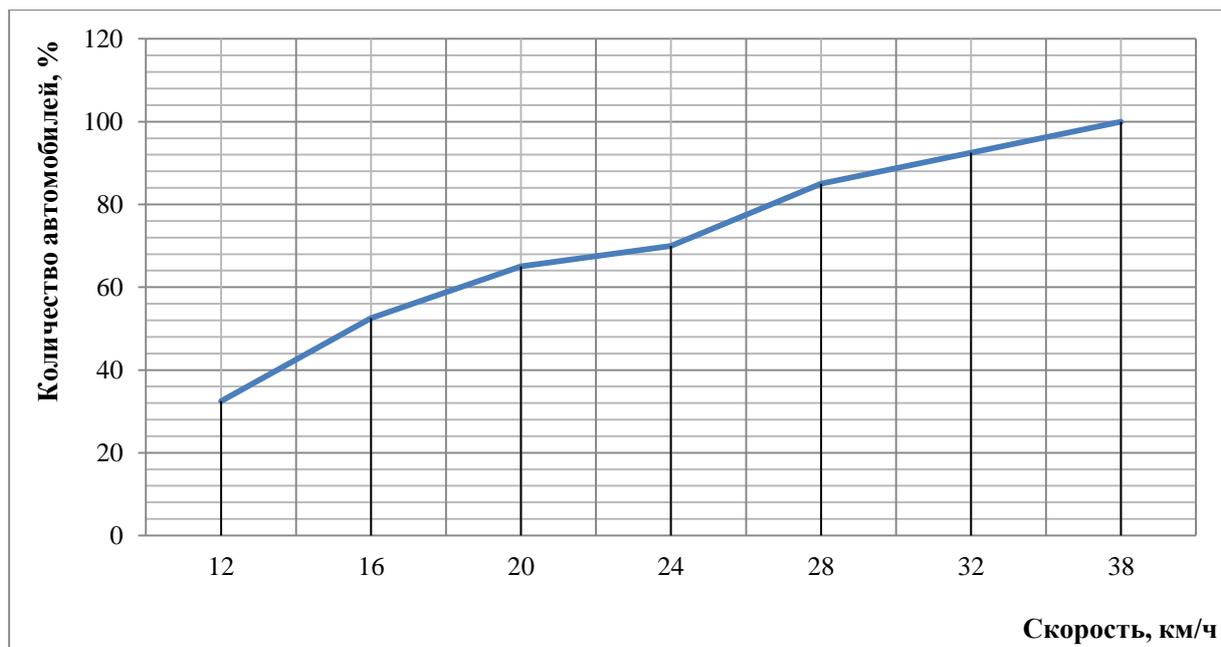
**Рис. 2. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей**

**Таблица 4 – Распределение количества грузовых автомобилей до 12 тонн, автобусов, троллейбусов по интервалам скоростей**

Интервал скорости, км/ч	Среднее значение, км/ч	Количество автомобилей в интервале		Нарастающим итогом, %
		Единица	%	
10-14	12	13	32,5	32,5
14-18	16	8	20	52,5
18-22	20	5	12,5	65
22-26	24	2	5	70
26-30	28	6	15	85
30-34	32	3	7,5	92,5
34-41	38	3	7,5	100
Итого:		40	100	



**Рис. 3. Кривая распределения скоростей грузовых автомобилей до 12 тонн, автобусов, троллейбусов**



**Рис. 4. Кривая накопления скоростей грузовых автомобилей до 12 тонн, автобусов, троллейбусов**

#### Выводы:

1. Были зафиксированы скорости 40 легковых автомобилей и 40 грузовых автомобилей массой до 12 тонн, автобусов, троллейбусов. Средняя скорость легковых ТС составила 29 км/ч; грузовых ТС до 12 тонн, автобусов, троллейбусов – 20 км/ч. Средняя скорость сообщения на данном участке УДС составила 25 км/ч.

2. Коэффициент использования скоростного режима для легковых автомобилей составляет 0,48, а для грузовых автомобилей до 12 тонн, автобусов, троллейбусов – 0,33. Разрешённая максимальная скорость на данном участке УДС составляет 60 км/ч.

3. Из анализа кривых распределения скоростей установлено, что максимальное количество легковых автомобилей движется со средней скоростью 22 км/ч, грузовых автомобилей до 12 тонн, автобусов, троллейбусов – со скоростью 12 км/ч.

4. Из анализа кривой накопления скоростей легковых автомобилей установлено, что 15 % наиболее медленная часть потока движется со скоростью 15 км/ч. Средняя скорость потока, соответствующая 50 % равна 23 км/ч. Основная часть потока (85 %) движется со скоростью 41 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствуют скорости 46 км/ч.

5. Из анализа кривой накопления скоростей грузовых автомобилей до 12 тонн, автобусов, троллейбусов установлено, что нет 15 % наиболее

медленной части потока. Средняя скорость потока, соответствующая 50 % равна 16 км/ч. Основная часть потока (85 %) движется со скоростью до 28 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствует скорости 33 км/ч.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оценка безопасности движения на дороге: метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине: «Дорожные условия и безопасность движения» / Ф. П. Касаткин; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 44 с.
2. Совершенствование дорожного движения на перекрёстках: учеб. пособие по выполнению вып. квалификац. работы / А. В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – 180 с. ISBN 978-5-9984-0852-6.
3. Организация движения на автомагистралях и в городах: учеб. пособие по выполнению курсового проекта / А. В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 172 с. ISBN 978-5-9984-1041-3.

УДК 656.05

*А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ УЛИЦЫ ВАСИЛЬЕВСКАЯ – УЛИЦЫ САДОВАЯ – УЛИЦЫ КАЛИНИНА ГОРОДА СУЗДАЛЯ**

Средняя скорость сообщения на перекрёстке определялась методом записи номерных знаков [1-4].

Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения представлен в табл. 1, а средняя скорость сообщения по типам автомобилей представлена в табл. 2.

**Таблица 1 – Протокол записи номерных знаков и скорости сообщения**

№ п/п	Номерной знак	Скорость сообщения, км/ч
<b>Легковые ТС</b>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	187	38
2	772	36
3	900	21
4	571	43
5	283	37
6	951	38
7	379	38
8	273	33
9	922	38
10	371	54
11	157	38
12	549	29
13	100	43
14	276	36
15	897	39
16	974	54
17	572	32
18	867	52
19	930	38
20	836	40
21	039	53
22	782	32
23	175	32
24	050	37
25	140	32
26	539	50
27	924	37
28	857	48
29	607	40
30	667	45
31	391	28
32	568	35
33	137	42
34	809	24
35	689	33
36	126	45

Окончание табл. 1

1	2	3
37	179	57
38	213	50
39	747	35
40	698	47

Таблица 2 – Средняя скорость сообщения по типам автомобилей

Показатели	Значение показателя по типам ТС		Итого
	Легковые ТС		
Количество зафиксированных ТС	40		40
Скорость сообщения, км/ч	39		39

Коэффициент использования скоростного режима:

$$K_V = \frac{V_c}{V_p}, \quad (1)$$

где  $V_c$  – среднее значение скорости сообщения транспортных средств, км/ч;  
 $V_p = 40$  км/ч – разрешенная скорость движения на данном участке дороги.  
 $K_{VЛ} = 39 / 40 = 0,98$  – для легковых автомобилей.

Верхний предел допустимой скорости выбирают посредством обработки результатов, зафиксированных в табл. 1.

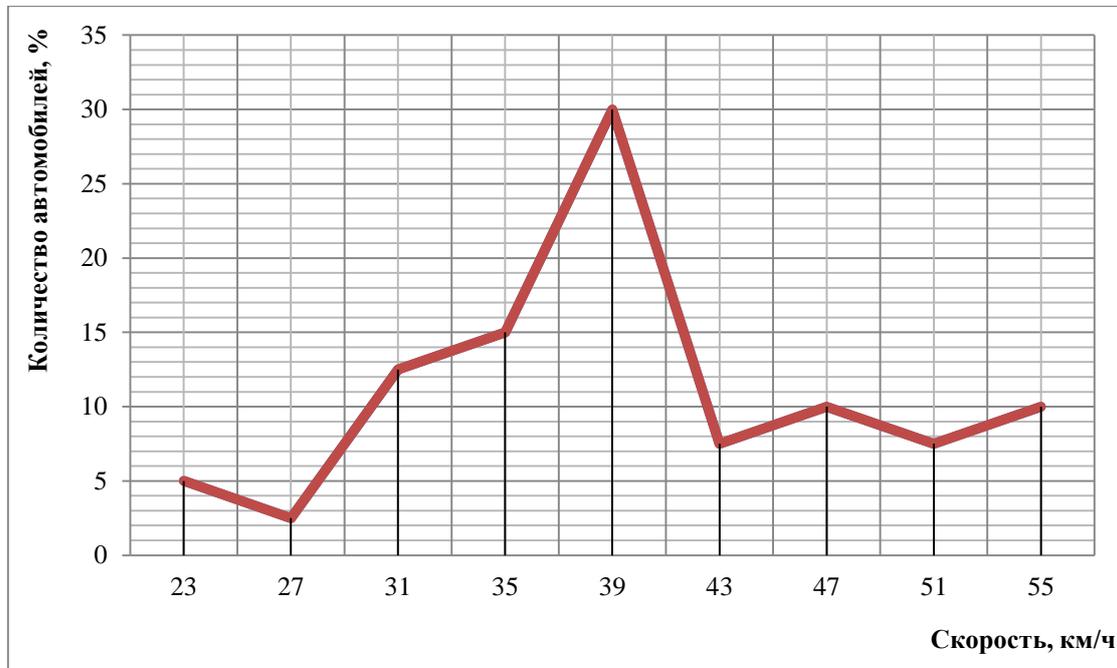
В табл. 3 представлено распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей. На рис. 1 представлена кривая распределения скоростей, а на рис. 2 – кривая накопления скоростей.

Таблица 3 – Распределение количества легковых автомобилей по интервалам скоростей

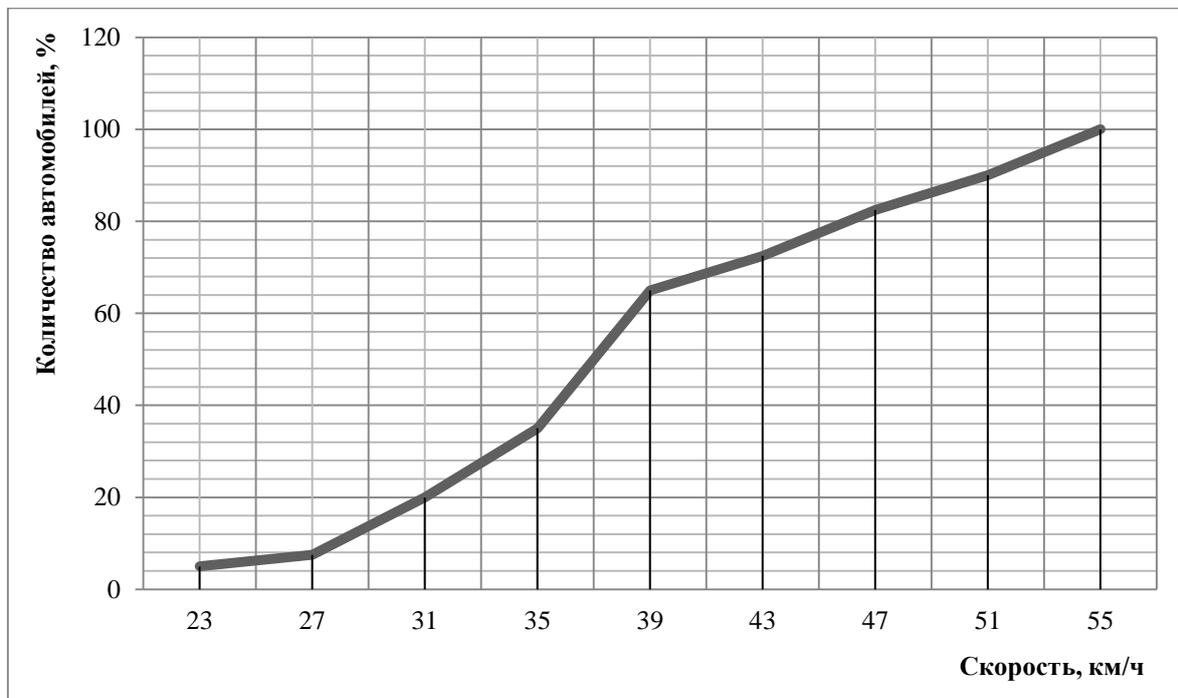
Интервал скорости, км/ч (и его среднее значение)	Количество автомобилей в интервале		Нарастающим итогом, %
	Единица	%	
1	2	3	4
21-25 (23)	2	5	5
25-29 (27)	1	2,5	7,5
29-33 (31)	5	12,5	20
33-37 (35)	6	15	35
37-41 (39)	12	30	65

**Продолжение таблицы 3**

1	2	3	4
41-45 (43)	3	7,5	72,5
45-49 (47)	4	10	82,5
49-53 (51)	3	7,5	90
53-57 (55)	4	10	100
Итого:	40	100	



**Рис. 1. Кривая распределения скоростей легковых автомобилей**



**Рис. 2. Кривая накопления скоростей легковых автомобилей**

#### Выводы:

1. Были зафиксированы скорости 40 легковых автомобилей. Средняя скорость легковых ТС составила 39 км/ч. Соответственно, средняя скорость сообщения на данном участке УДС составила 39 км/ч.

2. Коэффициент использования скоростного режима для легковых автомобилей имеет значение 0,98. Разрешенная максимальная скорость на данном участке УДС составляет 40 км/ч.

3. Из анализа кривой накопления скоростей легковых автомобилей установлено, что 15 % наиболее медленная часть потока движется со скоростью 29 км/ч. Средняя скорость потока, соответствующая 50 % равна 37 км/ч. Основная часть потока (85 %) движется со скоростью 47 км/ч. Значения скоростей 95 % автомобилей соответствуют скорости 53 км/ч.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оценка безопасности движения на дороге: метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине: «Дорожные условия и безопасность движения» / Ф. П. Касаткин; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 44 с.
2. Организация и безопасность движения: метод. указания к дипломному проектированию по специальностям 190702 «Организация и безопасность движения» и 190700 «Технология транспортных процессов» / Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; сост.: А. П. Кунаков [и др.]. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 64 с.
3. Совершенствование дорожного движения на перекрестках: учеб. пособие по выполнению вып. квалификац. работы / А. В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – 180 с. ISBN 978-5-9984-0852-6.
4. Организация движения на автомагистралях и в городах: учеб. пособие по выполнению курсового проекта / А. В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 172 с. ISBN 978-5-9984-1041-3.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОЖНОСТИ ПЕРЕКРЁСТКА УЛИЦЫ БАТУРИНА – УЛИЦЫ ЛУНАЧАРСКОГО ГОРОДА ВЛАДИМИРА

Многочисленные исследования показали, что дорожно-транспортные происшествия (ДТП) чаще всего происходят в так называемых «конфликтных точках» [1-4], т. е. в местах, где имеет место взаимодействие между собой участников дорожного движения. Таким, образом, выявление потенциальных конфликтных точек и последующая их ликвидация или снижение степени опасности позволяют, не дожидаясь возникновения ДТП, повысить безопасность условий движения.

При рассмотрении перекрёстка со всеми разрешёнными маневрами при работающей светофорной сигнализации присутствуют конфликтные точки, показанные на рис. 1 - 4.

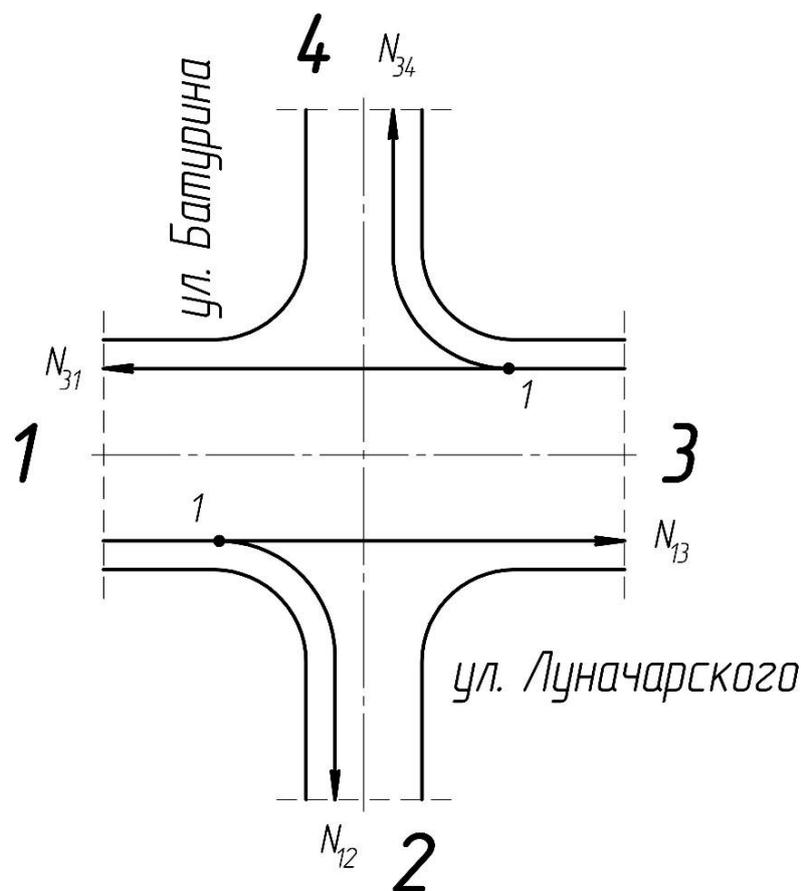


Рис. 1. Фаза № 1

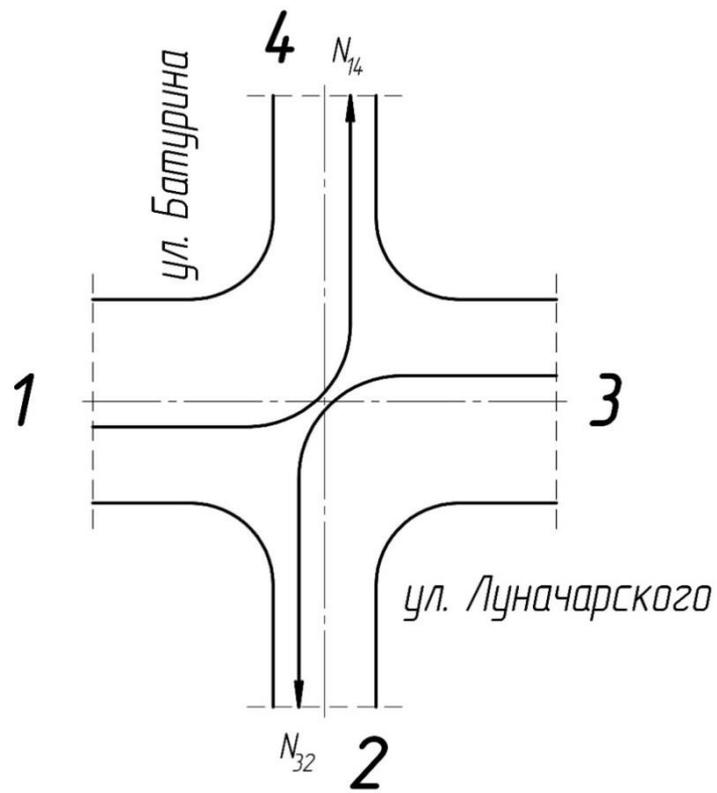


Рис. 2. Фаза № 2

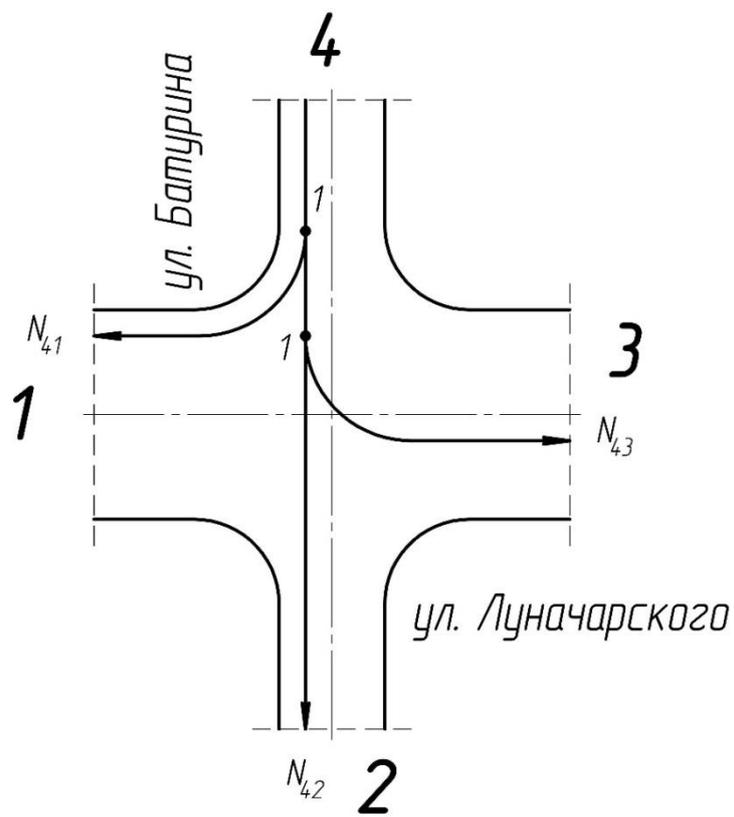


Рис. 3. Фаза № 3

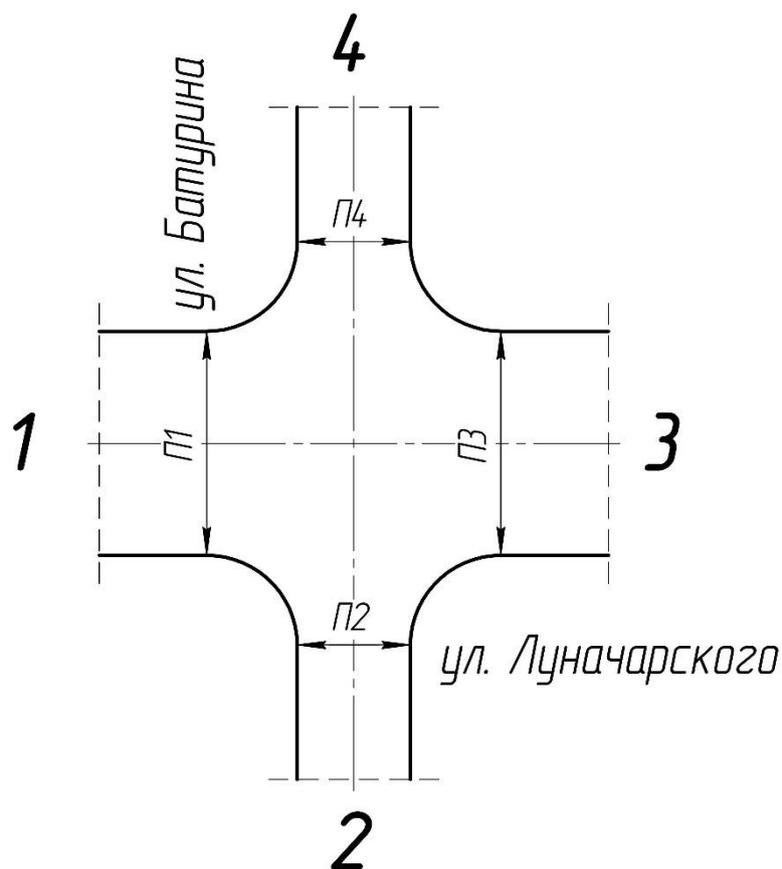


Рис. 4. Фаза № 4

Фаза № 1:  $m = 2 < 40$ ;

Фаза № 2:  $m = 0 < 40$ ;

Фаза № 3:  $m = 2 < 40$ .

Таким образом, перекрёсток является простым.

При рассмотрении данного перекрёстка со всеми разрешёнными манёврами при неработающей светофорной сигнализации получится следующая ситуация (рис. 5).

Таким образом, имеется 4 точки отклонения, 3 точки слияния и 6 точек пересечения.

Отсюда следует:

$$m = 4 + 3 \cdot 3 + 5 \cdot 6 = 43.$$

В результате получаем, что перекрёсток – средней сложности.

Выводы:

1. Существующий перекрёсток при работающей светофорной сигнализации является простым.

2. Существующий перекрёсток при неработающей светофорной сигнализации имеет 4 конфликтных точки отклонения, 3 точки слияния и 6 точек пересечения и является перекрёстком средней сложности.

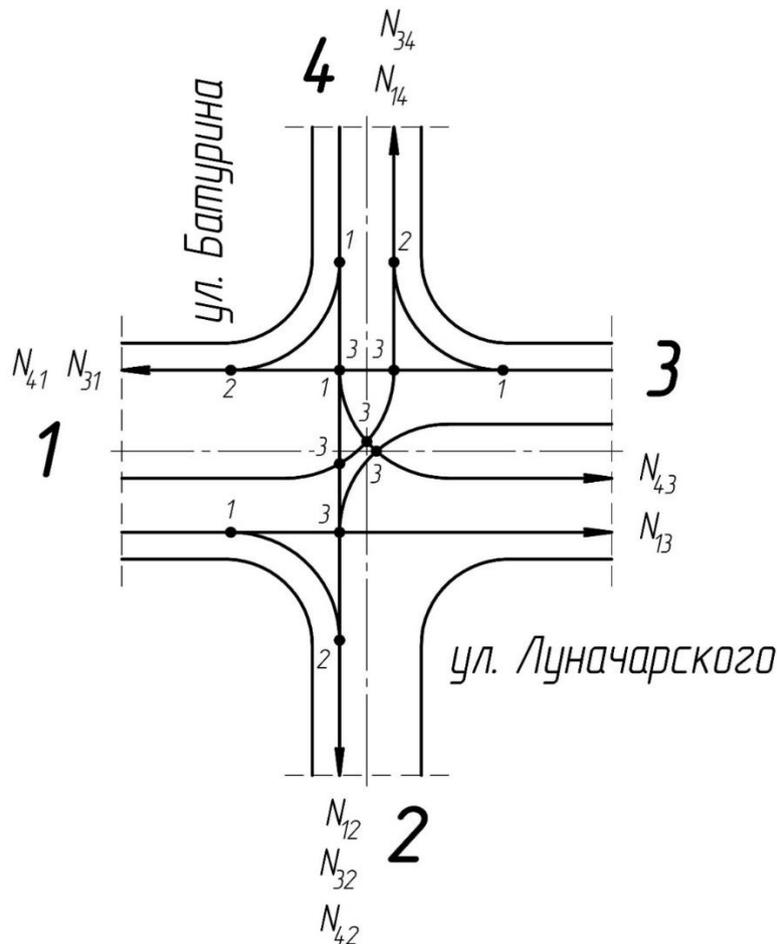


Рис. 5. Конфликтные точки на пересечении дорог

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оценка безопасности движения на дороге: метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине: «Дорожные условия и безопасность движения» / Ф. П. Касаткин; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 44 с.
2. Организация и безопасность движения: метод. указания к дипломному проектированию по специальностям 190702 «Организация и безопасность движения» и 190700 «Технология транспортных процессов» / Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; сост.: А. П. Кунаков [и др.]. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 64 с.

3. Совершенствование дорожного движения на перекрестках: учеб. пособие по выполнению вып. квалификац. работы / А. В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – 180 с. ISBN 978-5-9984-0852-6.

4. Организация движения на автомагистралях и в городах: учеб. пособие по выполнению курсового проекта / А.В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 172 с. *цц* 978-5-9984-1041-3.

УДК 656.05

*А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ УЛИЦЫ ГОРЬКОГО – ПРОСПЕКТА СТРОИТЕЛЕЙ ГОРОДА ВЛАДИМИРА**

Схема перекрёстка с указанием всех разрешённых направлений движения представлена на рис. 1.

Для перекрёстка была выполнена оценка основных показателей дорожного движения в реальных условиях – определена интенсивность движения и состав транспортного потока в следующей последовательности [1-4]:

1. Проведён подсчёт транспортных средств, въезжающих на перекресток с разных направлений. Продолжительность одного замера – 15 мин. Продолжительность замеров 1 час, с 8.15 до 9.15 (час пик). Результаты приведены в табл. 1;

2. Заполнены таблицы интенсивности движения в приведённых единицах на перекрестке за 1 час (табл. 2 и 3) для часа с наибольшей суммарной интенсивностью движения.

В среднем 3 автомобиля не успевают проехать в течение зелёного сигнала в прямом направлении каждого направления движения.

За всё время наблюдения автомобили выполняли развороты только с направления движения № 2.

Определение доли каждого типа транспортных средств в общем потоке представлено в табл. 4.

На основании расчётов из табл. 3 построены картограммы интенсивности транспортных потоков на перекрёстке в приведённых единицах для часа пик. Условная и масштабная картограммы приведены на рис. 2 и 3.

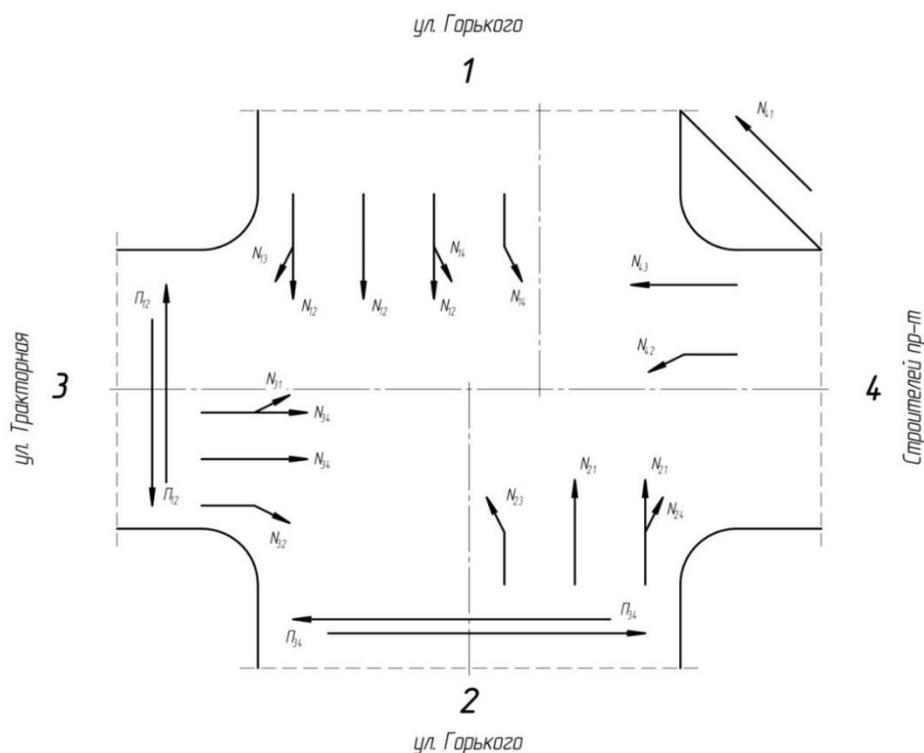


Рис. 1. Схема перекрёстка с указанием направлений движения

Таблица 1 – Бланк учёта количества ТС, прошедших за 15 мин.

Н. дви-жения	Вре мя, ч, мин	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы			Автопоезда		
		Нал ево	Пр ямо	Нап раво	Нал ево	Пр ямо	Нап раво	Нал ево	Пр ямо	Нап раво	Нал ево	Пр ямо	Нап раво	Нал ево	Пр ямо	Нап раво
1	8.15 – 8.30	185	249	110	6	3	2	9	13	-	8	6	-	-	-	-
2		82	203	64	7	4	2	1	7	1	-	3	-	1	-	1
3		20	70	90	-	3	8	-	-	-	-	-	-	-	-	2
4		52	58	58	1	3	-	2	-	19	-	-	6	-	-	-
1	8.30 – 8.45	184	188	124	7	4	2	8	10	-	7	4	-	-	-	-
2		75	222	81	12	5	-	-	5	2	-	2	-	3	1	-
3		18	67	88	-	-	12	-	-	1	-	-	1	-	-	1
4		58	63	73	11	6	2	1	-	21	-	-	6	-	-	-
1	8.45 – 9.00	185	179	129	2	1	-	7	10	-	6	7	-	-	-	-
2		58	166	72	15	6	4	1	3	-	-	2	-	3	-	-
3		18	65	70	-	2	7	-	-	1	-	-	-	-	-	2
4		54	66	72	8	6	6	1	-	21	-	-	6	-	-	-
1	9.00 – 9.15	204	150	128	3	-	2	7	9	-	7	7	-	-	-	-
2		69	138	52	10	4	2	2	9	-	-	2	-	1	1	-
3		17	76	82	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1
4		69	71	66	7	7	6	2	-	21	-	-	6	-	-	-

**Таблица 2 – Интенсивность движения на перекрёстке за 1 час**

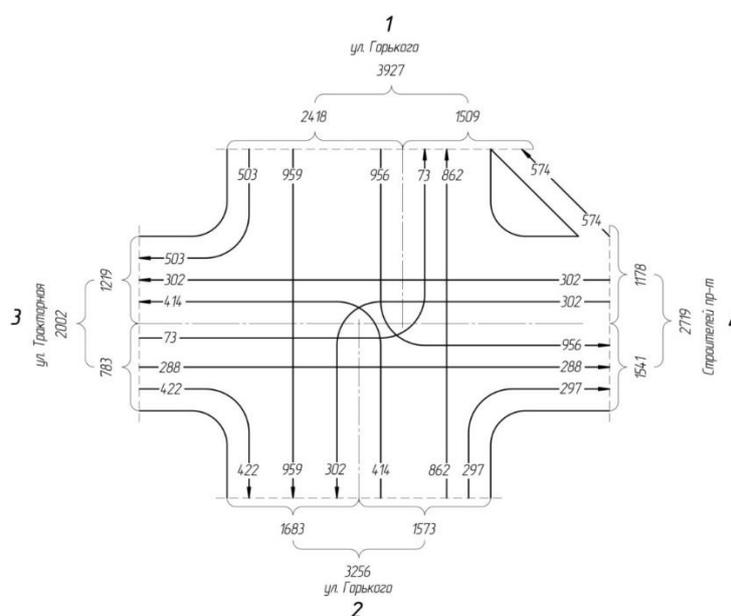
Н. дв. иж.	Легковые ТС			Грузовые ТС до 12 т			Автобусы			Троллейбусы			Автопоезда			Всего	Эквивалент
	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо	Налево	Прямо	Направо		
Время: 8.15 – 9.15																	
1	758	766	491	18	8	6	31	42	0	28	24	0	0	0	0	2172	2418
2	284	729	269	44	19	8	4	24	3	0	9	0	8	2	1	1404	1573
3	73	278	330	0	5	30	0	0	2	0	0	1	0	0	6	725	783
4	233	258	269	27	22	14	6	0	82	0	0	24	0	0	0	935	1178
Всего:	1348	2031	1359	89	54	58	41	66	87	28	33	25	8	2	7	5236	5952

**Таблица 3 – Интенсивность движения в приведённых единицах на перекрёстке за 1 час**

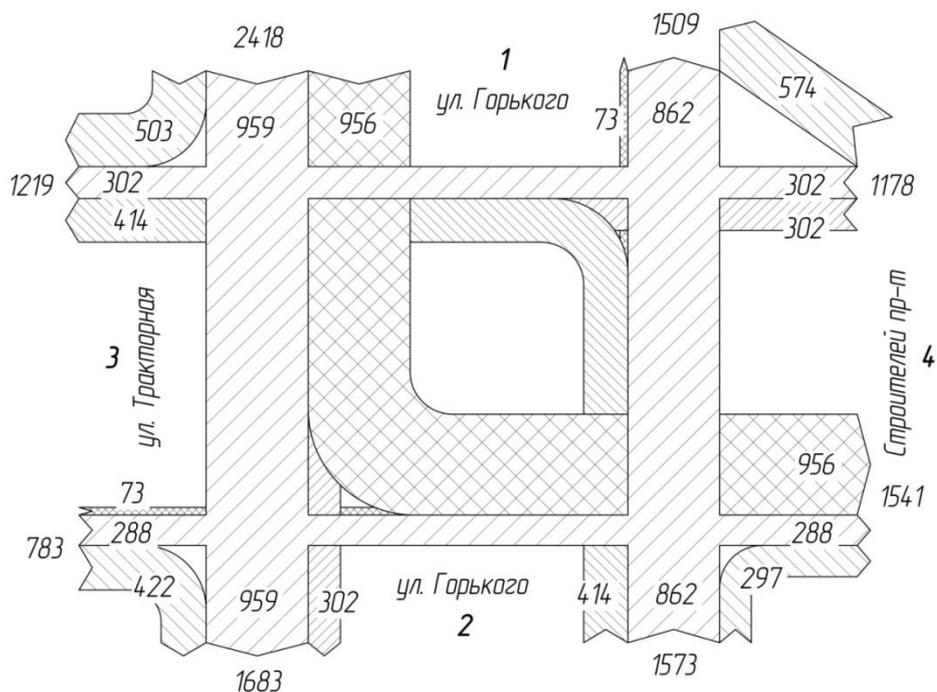
Направление движения	Легковые ТС			Всего
	Налево	Прямо	Направо	
1	956	959	503	2418
2	414	862	297	1573
3	73	288	422	783
4	302	302	574	1178
Итого:	1745	2411	1796	5952

**Таблица 4 – Доля каждого типа ТС в общем потоке**

Тип ТС	Легковые ТС	Грузовые ТС до 12 т	Автобусы	Троллейбусы	Автопоезда	Всего
Число ТС	4738	201	194	86	17	5236
Доля в потоке, %	90,5	3,8	3,7	1,7	0,3	100



**Рис. 2. Условная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрёстке**



**Рис. 3. Масштабная картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрёстке**

**Выводы:**

1. Из анализа интенсивности транспортных потоков в приведённых единицах на перекрестке установлено, что максимальная интенсивность наблюдается на направлении движения № 1 прямо (959 ТС), а минимальная интенсивность на направлении движения № 3 налево (73 ТС).

2. Наибольшее количество автомобилей, двигающихся прямо, зафиксировано в направлении  $N_{12}$  (959 ТС). Наибольшее количество автомобилей, двигающихся направо, зафиксировано в направлении  $N_{41}$  (574 ТС). Наибольшее количество автомобилей, двигающихся налево, зафиксировано в направлении  $N_{14}$  (956 ТС).

3. Из анализа состава транспортного потока установлено, что доля легковых автомобилей составляет 90,5 %, грузовых автомобилей до 12 тонн – 3,8 %, автобусов – 3,7 %, троллейбусов – 1,7 % и автопоездов – 0,3 %. Мотоциклов в период проведения исследований не наблюдалось.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Оценка безопасности движения на дороге: метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине: «Дорожные условия и безопас-

ность движения» / Ф. П. Касаткин; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 44 с.

2. Организация и безопасность движения: метод. указания к дипломному проектированию по специальностям 190702 «Организация и безопасность движения» и 190700 «Технология транспортных процессов» / Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; сост.: А. П. Кунаков [и др.]. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 64 с.

3. Совершенствование дорожного движения на перекрёстках: учеб. пособие по выполнению вып. квалификац. работы / А. В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – 180 с. ISBN 978-5-9984-0852-6.

4. Организация движения на автомагистралях и в городах: учеб. пособие по выполнению курсового проекта / А. В. Толков; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 172 с. ISBN 978-5-9984-1041-3.

УДК 656.02

*А. В. Толков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

## **ОБЗОР ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ ПОГРУЗКИ ТРАНСПОРТНЫХ ЕДИНИЦ В АВТОМОБИЛЬ**

Возможны три варианта погрузки транспортных единиц в автомобиль [1-4]:

1. Автомобиль приезжает на склад. Подъём транспортной единицы с пола склада на пол фургона осуществляет электрический вилочный погрузчик. Перемещение транспортной единицы и её укладка в фургоне происходят с помощью гидравлической тележки (рохли) (рис. 1). Если фугоны оборудованы подъёмной платформой, то можно обойтись без вилочного погрузчика (рис. 2).

2. Автомобиль подъезжает к специальному месту погрузки. Под специальным местом погрузки понимается место, в котором находится горка (рампа) или плоская площадка. Это позволяет соединить уровни пола фургона и поверхности, с которой осуществляется погрузка (в разных уровнях – горка или в одном уровне – площадка). Такой подход позволяет обойтись при погрузке только вилочным погрузчиком. Суть заключается в том, что погрузчик захватывает транспортную единицу и везёт её прямым ходом в фур-

гон. Недостатком данного варианта погрузки является то, что она происходит либо под открытым небом, либо только под крышей, а ветер с частицами земли и осадки могут попасть в кузов фургона. Кроме этого, погрузчик своими колёсами будет заносить грязь внутрь фургона, что нежелательно при перевозке молочных продуктов. Погрузка с использованием горки приведена на рис. 3. Погрузка с использованием горизонтальной площадки приведена на рис. 4.

3. Автомобиль задним ходом подъезжает к специальному боксу (рис. 5), с проёмом которого стыкуется достаточно плотно. Таким образом, исключается воздействие внешней среды на груз. Уровни пола фургона и бокса стыкуются идеально при помощи регулировочной пластины в полу бокса. Теперь загрузку фургона можно выполнять гидравлическими тележками или более производительными электротележками (перевозчиками паллетов для горизонтальной транспортировки): без платформы для оператора (рис. 6) и с платформой для оператора (рис. 7). Погрузку в данном случае можно выполнять небольшим вилочным погрузчиком, но в этом случае необходимо определить, можно ли ему заезжать в фургон, то есть выдержит ли автомобиль вес погрузчика. А для электротележек такого вопроса не стоит. Наиболее комфортной считается электротележка с платформой для оператора.

При втором варианте происходит воздействие окружающей среды на груз и происходит нарушение температурного режима перевозки. Первый способ пригоден для небольших партий груза, а третий способ пригоден для загрузки любых объёмов груза.



**Рис. 1. Погрузка вилочным погрузчиком и гидравлической тележкой**



**Рис. 2. Фургон с погрузочной платформой**



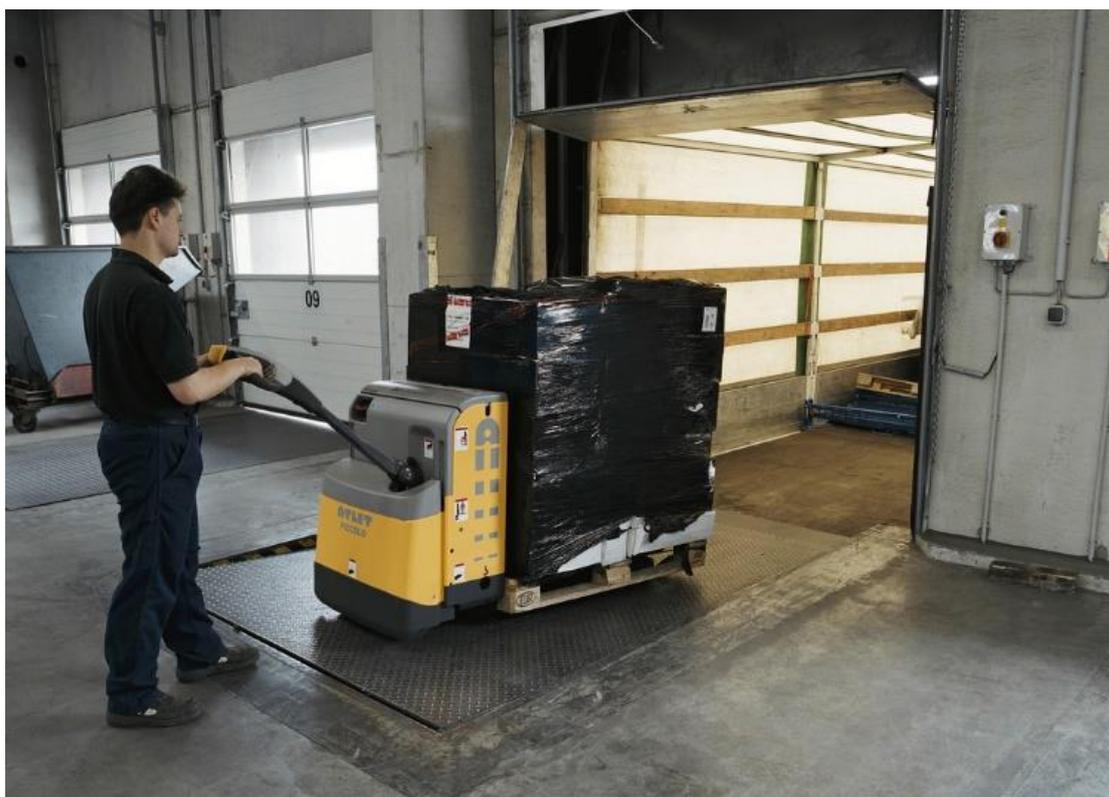
**Рис. 3. Погрузка с использованием горки**



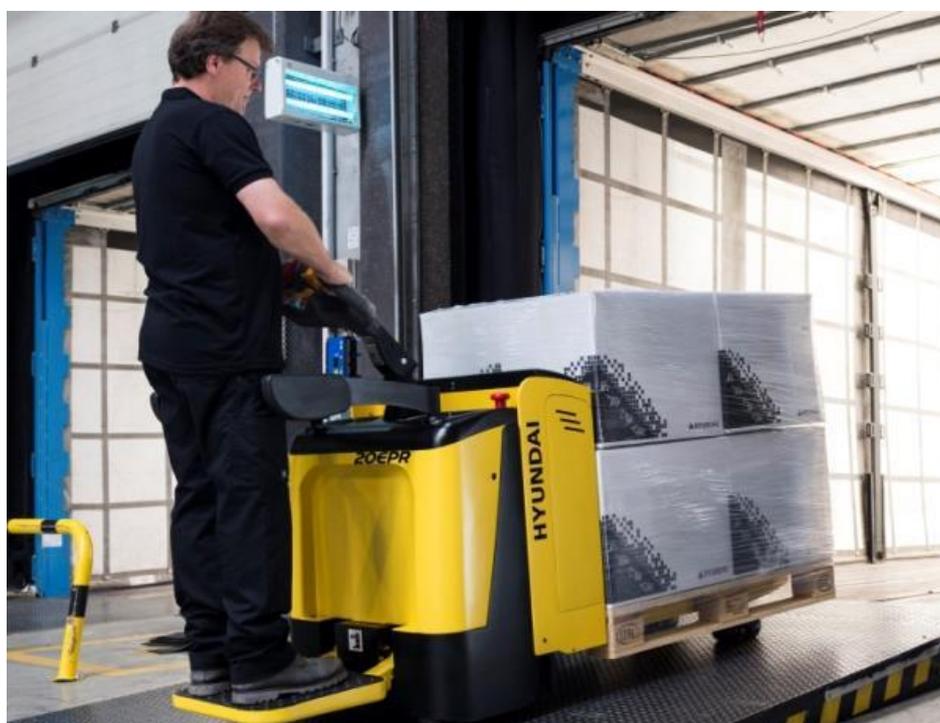
**Рис. 4. Погрузка с использованием горизонтальной площадки**



**Рис. 5. Боксы для погрузки-разгрузки**



**Рис. 6. Электротележка без платформы для оператора**



**Рис. 7. Электротележка с платформой для оператора**

Вывод: Выбор варианта погрузки транспортных единиц в автомобиль зависит от партий (объёма) грузов, требований по микроклиматическим и гигиеническим условиям.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дзюба, И. С. Перевозка скоропортящихся грузов: Пособие для курсового и дипломного проектирования. – Гомель: БелГУТ, 1999 – 22 с.
2. Левкин, Г. Г. Основы логистики [Электронный ресурс] / Левкин Г. Г. – Электрон. текстовые данные. – М: Инфра-Инженерия, 2016. – 240 с.
3. Чотчаева, М. М. Основы транспортной логистики [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по курсу «Основы транспортной логистики» для студентов II курса обучающихся по специальности 080214 «Логистика» / Чотчаева М. М. – Электрон. текстовые данные. – Черкесск: Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2014. – 47 с.
4. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики [Электронный ресурс]: учебник / под ред. Б. А. Аникина и Т. А. Родкиной. – М: Проспект, 2015.

УДК 331.452

*Н. И. Туманова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **О СНИЖЕНИИ ТРАВМАТИЗМА НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Проблеме состояния условий труда на рабочих местах в автотранспортной промышленности уделяется большое внимание, совершенствуются количественные и качественные оценки опасных и вредных факторов, нормативно-правовая база. Как свидетельствует статистика, 40 % травм происходит из-за неудовлетворительной организации производства работ (отсутствия или недостаточного контроля со стороны руководителей), более 85 % несчастных случаев (травмирования) на рабочих местах происходит ввиду нарушения правил охраны труда работниками, обусловленных человеческим фактором, его психоэмоциональным состоянием. Необходимо совершенствование системы управления охраной труда (ОТ) и промышленной безопасности (ПБ) на автотранспортных предприятиях, включение в её структуру процессов, ограждающих работника от неправильных

действий. Одним из таких действий может быть проведение индивидуального поведенческого аудита безопасности (ИПАБ) – систематического и документированного процесса, основанного на наблюдении аудитором за действиями работника, исправлении его опасного поведения с помощью так называемого «положительного диалога».

Основным инструментарием для аудитора при организации «положительного диалога», где одна из основных задач состоит в налаживании контакта, в снятии закомплексованности проверяемого работника, могут быть вербальные и невербальные приёмы, считывание информации о состоянии проверяемого, подстройка к психоэмоциональному состоянию работника [1]. Аудитору необходимо, безусловно, владеть информацией о сути производственного процесса и приёмах обеспечения безопасности при реализации тех или иных технологических операций, об особенностях воздействия на человека различных вредных и опасных факторов. Одновременно аудитор должен уделять большое внимание:

- проработке ситуационной составляющей «положительного диалога», продумывать закрытые и открытые (самые сложные) вопросы, использовать в процессе диалога косвенные, уточняющие, повторяющие вопросы;
- дублирование речи работника с уточняющими вопросами;
- выяснить статус его самосохранения;
- вопросы, которые провоцируют завуалированные действия проверяемого;
- приёмы включенного наблюдения.

Таким образом, его роль не только быть специалистом по обеспечению безопасности производственных процессов, но владеть психологическими приёмами для установления контакта с проверяемым работником с целью минимизации риска проявления человеческого фактора в системе безопасности.

В процессе проведения ИПАБ может быть выявлено, что работник выполняет свои трудовые обязанности с соблюдением правил и норм ОТ и ТБ – *безопасный* тип поведения. В противном случае тип его поведение будет называться *опасным*. Каждому типу соответствует своя методика проведения беседы во время процесса ИПАБ:

**Если работа выполняется безопасно (4-х шаговый процесс):**

1. Понаблюдайте за ходом выполнения им работы, после чего привлечите внимание работника безопасным методом.

2. Отметьте и прокомментируйте безопасное поведение. Акцентируйте внимание на тех усилиях, которые работник приложил, чтобы работать с соблюдением требований ОТ и ТБ.

3. Обсудите другие вопросы безопасности труда (как сделать выполняемую работу ещё более безопасно, акцентируете внимание на других участках/рабочих местах, где можно получить травму).

4. Поблагодарите работника.

**Если работа выполняется опасно (6-и шаговый процесс):**

1. Понаблюдайте за ходом выполнения им работы, после чего привлечите внимания работника, остановите опасное поведение безопасными методами.

2. Отметьте и прокомментируйте безопасное поведение работника. Акцентируйте внимание на усилиях, которые работник приложил, чтобы работать с соблюдением норм правил ОТ и ТБ.

3. Обсудите с работником его опасное поведение, сфокусировавшись на последствиях его опасных действий, а не на самом действии.

4. Заручитесь согласием работника работать безопасно в будущем.

5. Обсудите другие вопросы безопасности труда (обучение, работа по ОТ и ТБ, другие участки/рабочие места, где можно получить травму).

6. Поблагодарите работника [1].

При правильном проведении процедуры индивидуальных поведенческих аудитов безопасности формируется целый ряд положительных результатов. Во-первых, аудиты способствуют реализации требований стандартов безопасности за счёт обеспечения выполнения каждым работником существующих требований и рекомендаций нормативных документов, правил и инструкций, а также внесения в них доработок, учитывающих специфику и особенности технологического процесса, организации рабочего места. Во-вторых, системный подход позволяет оценить эффективность обучения, показывая, насколько оно улучшило поведение людей на рабочем месте. Выявить недостатки в системе обучения. И наконец, ИПАБ укрепляют и поощряют безопасное поведение и способствуют повышению осознания важности безопасной работы. Проведение регулярных ИПАБ уменьшает число опасных действий, способствует повышению статуса самосохранения работника, более глубокому пониманию работниками важности использования безопасных приемов в работе при реализации технологических операций производственного процесса.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *OHSAS 18001:2007*. Система менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Требования.
2. Б. А. Смирнов, Е. В. Долгополова. «Психология деятельности в экстремальных ситуациях» – 2 изд. испр., доп. – Х.: Изд-во Гуманитарный центр, 2007. – 292 с. – ISBN 966-8324-29-3.

УДК 631.372

*Н. И. Туманова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ**

Полиуретаны в современном мире играют важную роль, исключить их из жизни человечества нереально. Широкое применение изделий из полиуретановых эластомеров обусловлено их физико-механическими свойствами: высокой твёрдостью, способностью работать при высоких нагрузках, повышенной износостойкостью. Однако производство изделий из полиуретановых эластомеров сопряжено с рядом особенностей, которые имеют принципиальное значение для обеспечения безопасных комфортных условий труда и уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду.

Анализ структурно-логической схемы технологического процесса производства изделий из полиуретановых эластомеров показывает, что при подготовке сырья, приготовлении композитов, создании вакуума, заливке и отверждении изделий в газовых выбросах в атмосферу поступают толуилиндиизоцианат (ТДИ), дибутилфталат. Инструментальные исследования воздуха рабочей зоны, представленные в табл. 1, показывают, что содержание толуилиндиизоцианата, относящегося к первому классу опасности, превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) 0,05 мг/м<sup>3</sup>. Превышение ПДК имеет место по содержанию в воздухе рабочей зоны дихлордиаминодифенилметана.

В выбросах содержится толуилиндиизоцианат – высокотоксичное химическое соединение. Оно вызывает желудочно-кишечное раздражение, образование язвы. Характерна острая дермальная токсичность, сильное раздражение кожного покрова. Может вызвать аллергическую реакцию кожного покрова. Может привести к респираторной сенсibilизации. Из-

быточное воздействие ТДИ способно вызвать серьёзное раздражение верхних дыхательных путей и лёгких, образование жидкости в лёгких, долговременное снижение лёгочной функции, неврологические расстройства, подавление холинэстеразы, как симптома снижения функции печени. Приводит к серьёзным повреждениям/раздражениям глаз, роговицы.

**Таблица 1 – Инструментальные исследования выбросов загрязняющих веществ при производстве изделий из полиуретановых эластомеров**

Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Фактическое содержание, мг/м <sup>3</sup>	Валовые выбросы от объекта	
			Технологических	Вентиляционных
Толуилендиизоцианат	0,05	0,150	0,4340	0,1987
Дихлор диаминодифенилметан	0,7	2,03	0,7530	0,000168
Бутиловый спирт	0,1	0,08	-	0,72
Метилен хлористый	8,8	7,9	-	6,6744

Для обеспечения допустимых условий труда при производстве изделий из полиуретановых эластомеров необходим в обязательном порядке контроль за состоянием воздуха рабочей зоны. Производственные помещения должны быть оборудованы общеобменной вентиляцией и местными отсосами. Работники должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты: фильтрующими противогазами, респираторами, защитными герметическими очками, перчатками.

С целью уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду вентиляционные выбросы, содержащие загрязняющие вещества, должны проходить очистку.

Существует ряд технологий очистки воздуха от толуилендиизоцианата (ТДИ) и органических газов: поглотительная (активированный уголь), скрубберы (поглощение в жидкость), биоочистка, дожигание, каталитическая, фотокаталитическая и газоразрядно-каталитическая. Сравнительный анализ технологий очистки загрязненного воздуха представлен в табл. 2

Особый интерес представляет отечественная разработка военно-космической отрасли, не имеющая мировых аналогов, реализованная в газоконверторе «Ятаган».

Принцип действия промышленной системы очистки газов «Газоконвертор Ятаган» основан на комбинированном воздействии объёмного барьерно-стримерного разряда, озона высокой концентрации и каталитического воздействия на молекулы газообразных загрязнений.

**Таблица 2 – Анализ способов газоочистки загрязненных воздушных потоков**

Способы очистки	Особенности реализации
Химический	Необходимость синтеза и подачи реагентов, утилизация продуктов реакции
Сорбционный	Необходимость замены (периодической или поточной) сорбента, утилизация (восстановление) использованного сорбента
Биологический	Низкая производительность, высокая чувствительность к составу очищаемого воздуха, необходимость утилизации продуктов очистки
Электростатический	Основная цель – удаление пыли, дыма и аэрозолей из очищаемого воздуха. Очистка газов только как побочный процесс с эффективностью не более 10-15 %
Каталитический	Требует больших энергетических затрат для создания высоких температур в зоне катализа, требует большого количества катализатора для обеспечения необходимой производительности
Фотокаталитическое окисление	Применение ламп с содержанием ртути, высокая зависимость степени очистки от содержания негазообразных загрязнений, низкая производительность. Для стандартных изделий не превышает 500-800 м <sup>3</sup> /ч

Очистка загрязненного воздуха в газоконверторе «Ятаган» проходит в несколько этапов:

- предварительное фильтрование загрязнённого воздуха от пыли и аэрозолей;
- далее загрязненный воздух проходит через ячейки газоразрядной секции, где подвергается несколько раз воздействию барьерно-стримерного разряда высокой частоты до 500 Гц и напряжения до 10000 В. В результате происходит разрушение молекул загрязняющих веществ, образование озона из кислорода воздуха и глубокое каталитическое окисление ионизированных составляющих молекул загрязняющего вещества образовавшимся озоном до  $CO_2$  и  $H_2O$ . При этом особенности параметров разряда и газоразрядных ячеек исключают образование промежуточных составляющих разложения и окисления загрязняющих веществ;
- в каталитической секции идёт процесс глубокого окисления веществ и удаление избыточного озона из очищенного воздуха. Озон почти полностью разлагается и его концентрация на выходе не превышает предельно допустимых концентраций.

Таким образом, на выходе газоконвертора имеем практически чистый воздух. Следует отметить низкую чувствительность газоконверторов к вели-

чине концентрации загрязняющего вещества в очищаемом воздухе (1000 мг/м<sup>3</sup>); очень малое энергопотребление не более 0,12-0,15 Вт/м<sup>3</sup>. Образовавшиеся реагенты не требуют утилизации, образовавшаяся вода в виде пара выходит с очищенным воздухом. Образовавшийся озон расходуется на окисление внутри установки, почти полностью разлагается в каталитической секции, его концентрации в очищенном воздухе не превышают ПДК. Степень очистки достигает 99,9 %

Таким образом, вредные вещества, выделяющиеся при производстве изделий из полиуретановых эластомеров, могут причинять серьёзный вред здоровью человека. С целью исключения вредных условий труда рабочие места должны быть оборудованы общеобменной вентиляцией и местными отсосами. Работники должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты в соответствии с типовыми отраслевыми нормами. Для уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду эффективным средством является очистка загрязнённого воздуха с помощью газоконверторов «Ятаган», когда на выходе имеем практически чистый воздух.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Очистка и снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. [Электронный ресурс] // Информационный портал URL: [https://www.saveplanet.su/tehn\\_322.html](https://www.saveplanet.su/tehn_322.html) (дата обращения 09.10.2019).
2. Паспорт безопасности. *Dow Europe GmbH*. Название продукта: *Voranate™ T-80 Type I TDI*, 2018.

УДК 628.32

*Н. И. Туманова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

В данной статье рассматривается актуальная и постоянно дискутируемая тема очистки сточных вод на предприятиях, осуществляющих мойку автомобилей. С каждым годом растёт число автовладельцев и соответственно повышается спрос на предоставление услуг по уходу за автомобильным транспортом. В среднем на автомоечных станциях для мойки машин, используется 2-3 тысячи литров воды. Существует множество

надзорных органов, следящих за соблюдением правил эксплуатации автомоечных помещений.

Сточные воды – любые воды и атмосферные осадки, отводимые в водоёмы с территорией промышленных предприятий и населённых мест через систему канализации или самотёком, свойства которых оказались ухудшенными в результате деятельности человека [1]. Сточные воды современных автомоек характеризуются высоким содержанием масел и смазок, моющих веществ, фосфатов, фтористоводородных кислот, продуктов гидрофторида аммония (*ABF*), нефтепродуктов, взвешенных веществ. Содержание в сточной воде моющих средств, при условии удаления нефтепродуктов и взвешенных веществ, позволяет вторично использовать такую воду в системе водоснабжения автомойки. Нельзя спускать не очищенную от загрязнений воду в канализационную систему города, так как содержащийся в ней поверхностно-активные вещества, уменьшают поверхностное натяжение воды, а попадание в окружающую среду повлечёт загрязнение тех путей, по которым пойдут стоки, и затруднит естественное разложение загрязняющих веществ. Наличие масел, смазок могут оказывать отравляющее воздействие на ихтиофауну. Фосфаты провоцируют зарастание водоёмов. Фтористоводородная кислота, продукты гидрофторида аммония – вредны для живых организмов.

Существует три типа мойки автомобилей – ручная, бесконтактная и автоматическая автомойки. В среднем количество затраченной воды на мойку одного легкового автомобиля на ручной мойке составляет 100-150 литров, на бесконтактной от 200 литров, а на автоматической 550-700 литров. В большинстве случаев устанавливается система оборотного водоснабжения, где сточные воды проходят полный цикл очистки, при этом теряется приблизительно 10 % жидкости. Система оборотного водоснабжения позволяет повторно использовать до 80-90 % воды. Очевидна, эффективность использования такого способа очистки. При этом исключается дополнительная экологическая нагрузка на окружающую среду.

Неочищенные сточные воды могут нанести большой вред экологии и здоровью человека, поэтому для очистки сточных вод автомоек используют несколько способов очистки: механический, фильтрации, химический и флотации. Механический способ улавливания инородных веществ. По сути, это целая система всевозможных песколовок, соединённых с отстойными резервуарами. Иными словами, это почти бытовой септик, только с большей производительностью.

Такой метод позволяет провести очистку сточных вод до 75 %, но он не очищает от органических соединений, растворённых в воде. Способ фильтрации проводит абсорбцию мельчайших частиц. Используется только при незначительном загрязнении слива. Химический метод очистки довольно широко распространён, он производится с помощью реагентов с последующей фильтрацией. Количество нерастворимых примесей уменьшается на 95 %, но растворимых – только на 25 %. В этом случае правильнее использовать её повторно, а отходы, остающиеся после обработки стоков, утилизировать. Метод флотации, то есть разделения инородных частиц, содержащихся в воде, по величине фракций и происхождению путём прогонки через специальные электрогидродинамические системы под давлением. Флотация сопровождается насыщением жидкости воздухом, вследствие чего образуются пузырьки, к которым «прилипают» посторонние частицы. Эффективность флотации повышается при использовании коагулянтов.

Существует большой выбор очистных сооружений для автомоечных станций как отечественного, так и импортного производства. Главными отличиями между системами являются производительность, экономия природных вод и цена.

На любой автомойке за день машины оставляют десятки килограммов песка и глины, смешанных с нефтепродуктами и маслом. Все это смывается большим количеством воды, к которой примешивается необходимая для наведения чистоты автомобильная химия. Без отстойников с обильными посторонними фракциями не справится ни одна система фильтров, поэтому очистные сооружения по большей части состоят из накопительных ёмкостей. Только потом уже достаточно осветлённая вода проходит через ряд улавливателей тонкой фильтрации, вплоть до окончательной очистки путём абсорбции. Далее возможны два варианта: слив в канализацию или продолжение отсеивания остатков инородных веществ для вторичного использования воды. Для этого используется рециркуляция – прогон жидкости через кассеты, где происходит быстрое оседание наиболее мелких фракций. Нефтепродукты удаляются методом флотации, когда жидкость насыщается воздухом, при этом образуются пузырьки, к которым прилипают посторонние частицы.

Периодичность замена воды в классических очистных установок происходит приблизительно через 100 циклов и далее её нужно утилизировать. Утилизация сточных вод не менее важна, чем её очистка. Стоимость и переработка отходов автомойки очень высока, и поэтому владельцы автомоек готовы сдать отходы любому, кто берётся самостоятельно вывезти их, невзирая на отсутствие договора на дальнейшую утилизацию.

По статистике сточные воды до очистки имеют средние значения:  $pH$  6.5-9.0, взвешенных веществ 250 мг/дм<sup>3</sup>, нефтепродуктов 5 мг/дм<sup>3</sup>, СПАВ 5 мг/дм<sup>3</sup>, фосфатов 3.5 мг/дм<sup>3</sup>. После проведения очистки показатели будут значительно улучшены:  $pH$  (6.5-8.5), взвешенные вещества 3 мг/дм<sup>3</sup>, нефтепродукты 0.05 мг/дм<sup>3</sup>, СПАВ 0.5 мг/дм<sup>3</sup>, фосфатов 0.2 мг/дм<sup>3</sup>.

Очистка сточных вод на автомойках это в первую очередь борьба с загрязнениями, которые увеличивают экологическую нагрузку на окружающую среду и представляют определённую угрозу для человека. Реализация в полной мере требований Федерального закона «Об охране окружающей среды» № 7 – ФЗ от 10.01.2002, за счёт использования административных и экономических рычагов, своевременный контроль качества оборудования для сбора первичных отходов, материальная заинтересованность владельцев автомоечных предприятий в вывозе отходов с последующей переработкой шлама с автомоек будет способствовать решению проблемы уменьшения нагрузки на окружающую среду от предприятий, осуществляющих мойку автотранспорта.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

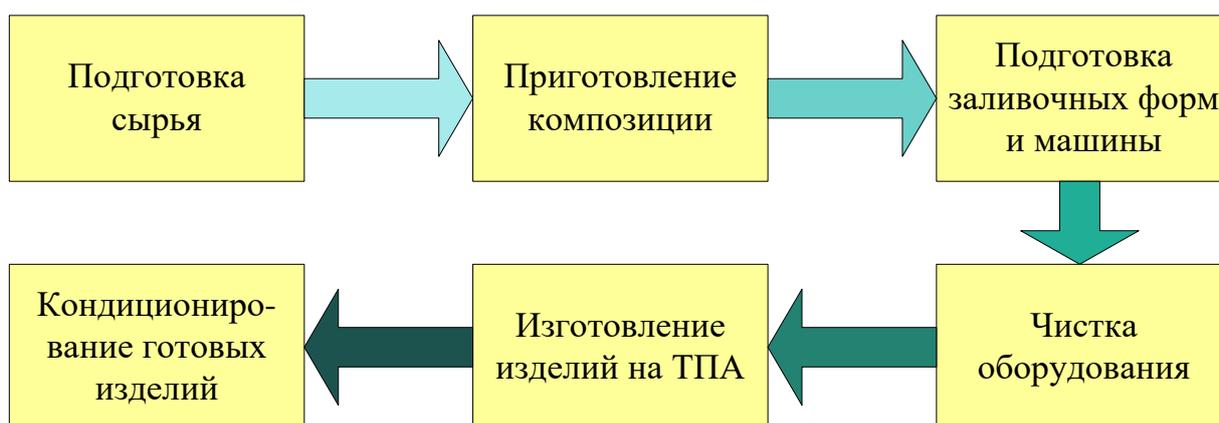
1. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования и нормы к охране поверхностных вод».
2. МУ 2.1.5.1183-03 «Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием воды в системах технического водоснабжения промышленных предприятий».
3. Яковлев, С. В., Карелин, Я. А., Ласков, Ю. М. Очистка производственных сточных вод: Учеб. пособие для вузов. – М: Стройиздат. – 1999.

## ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЛИТЬЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Термопласты – пластические массы на основе полимеров, сополимеров и их смесей. При нагревании превращаются в пластические или вязкие массы и допускается вторичное использование возможных отходов. Для литья под давлением наиболее широкое применение находят АБС-пластик, поливинилхлорида, полистирола, полипропилена, полиэтилена, полиметилметакрилата, поливинилацеталей, что обусловлено низкими затратами на исходное сырьё, энергетической эффективностью из-за невысоких температур плавления и размягчения, термостойкостью. В этом ряду пластических масс особыми свойствами обладают фторопласты. Для них свойственны высокие температуры плавления, высокая химическая стойкость, низкий коэффициент трения и способность понизить его у других материалов, высокая износостойкость.

Исходный материал при литье изделий из термопластов под давлением представлен в виде гранул или порошка.

Структурная схема технологического процесса литья пластмассовых изделий под давлением представлена на рис.1

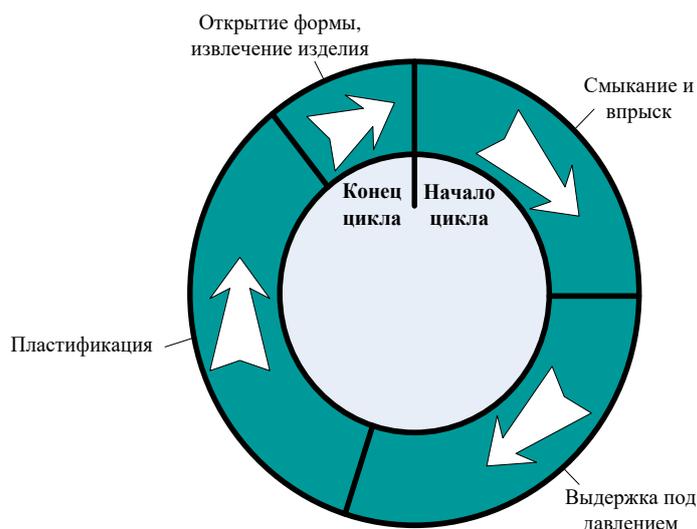


**Рис. 1. Структурная схема технологического процесса литья изделий из термопластов под давлением**

Исходное сырьё перед загрузкой в термопластавтомат подсушивается. Из бункера литьевой машины сырьё подаётся в узел пластификации, где с помощью нагревателей идёт процесс разогревания, расплавления.

После этого под давлением идёт впрыск в пресс-форму, которая на следующем этапе охлаждается и идёт формирование изделия. Далее пресс-форма открывается и готовое изделие выгружается. Цикл изготовления изделия из термопласта заканчивается.

Временной цикл работы термопластавтомата можно представить в виде круговой диаграммы, показывающей длительность каждого из этапов литья, как показано на рис. 2.



**Рис. 2. Временной цикл работы термопластавтомата**

По диаграмме видно, что основное время цикла занимают процессы выдержки под давлением и охлаждения изделия. Причём, чем больше масса изделия, чем толще его стенки, тем большую долю займут эти два процесса. В тонкостенных изделиях, напротив, более критичными становятся скоростные характеристики термопластавтомата, так называемое время «сухого цикла». Для таких изделий использование скоростного оборудования является весьма желательным, а иногда и обязательным условием.

При производстве изделий из термопластов на ОАО «ВПО «Точмаш» преимущественно используются следующие марки материалов: полиформальдегид, армамид (наполненные и модифицированные композиции на основе полиамида-6 (ПА-6)), армлэн (наполненные и модифицированные композиции на основе полипропилена), АБС-пластик (термопластическая ударопрочная техническая смола, сополимер акрилонитрил-бутадиен-стирол), полифениленоксид.

В твёрдом состоянии термопласты не представляют опасности, но при нагреве и расплаве в воздух рабочей зоны выделяются вредные и

опасные вещества в зависимости от исходного материала, используемого при литье изделий из пластмасс. В табл. 1 представлены вредные и опасные вещества, выделяющиеся в воздух рабочей зоны в зависимости от марки используемого сырья.

**Таблица 1 – Вредные и опасные вещества, выделяющиеся в воздух рабочей зоны в зависимости от марки используемого сырья**

Исходное сырьё	Температура плавления, °С	Вредные вещества	Класс опасности
Полиформальдегид	190-240	Формальдегид	2
Армамид	240-260		
Армлен	220-260		
АБС-пластик	230-280	Акрилонитрил	2
		Стирол	2
Полифениленоксид	240-270	Фенол	2

Инструментальные исследования состояния воздуха рабочей зоны приведены в табл. 2.

На рабочем месте № 1 производятся изделия из полиформальдегида, армамида и армлена, при этом в воздух рабочей зоны выделяется формальдегид. На рабочем месте № 2 – изделия из АБС-пластика, в воздух рабочей зоны выделяются акрилонитрил и стирол. На рабочем месте № 3 – изделия из полифениленоксида, в воздух рабочей зоны выделяется фенол.

**Таблица 2 – Фактическое состояние воздуха в цехе литья изделий из термопластов**

Факторы производственной среды	Норматив ПДК, ПДУ	Фактическое состояние факторов	Величина отклонения, (раз, %)	Класс опасности	Время воздействия, (мин.)	Класс условий труда
1	2	3	4	5	6	7
Химический фактор, мг/м <sup>3</sup>						
Рабочее место № 1: АБС-пластик						
Акрилонитрил	0,5	0,47	нет	2	430	2
Стирол	30	19,58	нет	2	430	2
Рабочее место № 2: Полифениленоксид						
Фенол	0,1	0,1	нет	2	430	2
Рабочее место № 3: Полиформальдегид, армамид и армлен						
Формальдегид	0,5	0,75	В 1,5 раза	2	430	3.2

Материалы исследований показывают, что на рабочем месте литейщика пластмасс по условиям труда, содержание формальдегида в воздухе

рабочей зоны превышено в 1,5 раза. Остальные показатели химических факторов не выходят за пределы ПДК и соответствуют 2 классу условий труда.

Для нормализации условий труда необходима модернизация функционирующей вентиляционной системы на этом участке.

По результатам расчёта напор, создаваемый вентилятором в сети, должен быть не менее  $P_g = 90,7$  Па, а производительность вентилятора  $L_e = 8900$  м<sup>3</sup>/ч. Действующий вентилятор не соответствует данным требованиям, его максимальная производительность не превышает 6200 м<sup>3</sup>/ч. Вентилятор типа ВЦ 4-70-6,3 с двигателем АИР100L6 мощностью 2,2 кВт обеспечит производительность  $L_e = 8900$  м<sup>3</sup>/ч и давлении  $P_g = 100$  Па с КПД = 78 %.

Таким образом, проведенный анализ технологического процесса, позволил выявить негативные факторы условий труда в цехе литья изделий из термопластов. Предложенная модернизация действующей вентиляционной системы позволит привести состояние воздуха рабочей зоны в соответствие нормативными требованиями и обеспечить допустимые условия труда класса 2.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Крыжановский, В. К., Кербер, М. Л., Бурлов, В. В., Паниматченко, А. Д. Производство изделий из полимерных материалов; СПб.; «Профессия», 2004.

УДК 336.22

*Н. И. Туманова, И. В. Кольников (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА В ШВЕЙНОМ ЦЕХЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «МЕБЕЛЬ ДЛЯ ВАС»**

Предприятие общество с ограниченной ответственностью (ООО) «Мебель для Вас» является производителем бытовой и офисной мягкой мебели. В швейном цехе размещены раскройный и швейный участки.

Условия трудовой деятельности работниц швейного производства характеризуются воздействием на организм комплекса неблагоприятных производственных факторов.

С целью оценки условий труда, выявления негативных факторов проведён анализ технологического процесса, используемого оборудования и материалов. Для швейного цеха были идентифицированы следующие вредные и опасные факторы: шум, освещённость, локальная вибрация, запылённость, тяжесть трудового процесса.

Шум обусловлен производственным оборудованием: 23 швейными машинами и оверлоками, различных марок. Для оценки воздействия шума на работников в швейном цехе и при выборе эффективных средств шумозащиты принципиальное значение имеет спектральный анализ шума и уровень от различных видов оборудования. Шум в швейном цехе непостоянный широкополосный, у отдельных видов оборудования уровень шума может превышать нормативные требования до 10 дБА.

Система освещения в цехе – комбинированная: общее освещение и местное, где в качестве общего освещения выступают светильники с люминесцентными лампами, расположенные по всей площади потолка в каждом участке цеха, в местном освещении установлены светильники с люминесцентными лампами на подвесах над рабочей поверхностью швейных машин. Все источники света находятся в исправном состоянии. Работа швеи и раскройщицы сопряжена с напряжением зрительных органов, а недостаточная освещённость рабочей зоны может привести к ухудшению зрения, общему недомоганию, травме.

При раскрое и шитье чехлов в воздух рабочей зоны выделяется текстильная пыль. Такая пыль плохо растворяется в жидкостях, надолго задерживается в организме, приводя к заболеваниям прежде всего органов дыхания, слизистых систем и аллергическим заболеваниям. Особо следует отметить, что женский организм – более чувствителен к воздействию аэрозоля, а в цехе швейном работают в основном женщины. Текстильная пыль относится к 4 классу опасности (малоопасная).

Тяжесть трудового процесса может быть обусловлена фиксированной рабочей позой швеи, для раскройщицы – нахождение, в позе стоя, что негативно влияет, прежде всего, на опорно-двигательный аппарат работника.

Проведенная идентификация негативных факторов свидетельствует о необходимости инструментальной оценке перечисленных вредных и опасных факторов с последующей оценкой фактического состояния условий труда на рабочих местах в швейном цехе предприятия. Результаты измерения идентифицированных факторов представлены в табл. 1.

**Таблица 1 – Результаты инструментальных исследований вредных и опасных факторов в швейном цехе**

Опасные и вредные факторы	Производственный участок	Фактическое значение	Нормативное значение	Класс условий труда
Шум	Швейный участок	84 дБ	80 дБ	3.1
	Раскройный участок	81,1 дБ		3.1
Вибрация локальная	Швейный участок	Ось X = 91,5 дБ	126 дБ	2
		Ось Y = 92,6 дБ		
		Ось Z = 93,4 дБ		
Комбинированное освещение	Швейный участок	1062 лк	2000 лк	3.1
	Участок раскроя	849 лк	1500 лк	3.1
Запыленность воздуха рабочей зоны	Швейный участок	4,7 мг/м <sup>3</sup>	6 мг/м <sup>3</sup>	2
	Участок раскроя	5,6 мг/м <sup>3</sup>		2

Анализ результатов измерений идентифицированных факторов показывает, что для швеи имеет место превышение предельно допустимого уровня шума на 4 дБ, что соответствует классу условий труда вредные 3.1. Спектральный анализ шума показал, что имеет место превышение на 7-11 дБ в области частот свыше 500 Гц. Это обстоятельство следует учитывать при подборе средств индивидуальной защиты. Уровень освещенности на рабочем месте швеи составляет 0,53 от нормативного значения, т.е. класс 3.1. Локальная вибрация и запыленность воздуха рабочей зоны соответствуют допустимым условиям труда. Кроме того, фиксированная поза швеи при выполнении производственных операций в течение времени до 80 % смены соответствует тяжести трудового процесса класса 3.1. С учётом комплексного воздействия выявленных вредных и (или) опасных факторов условия труда на рабочем месте швеи – вредные класса 3.2.

На рабочем месте раскройщицы – превышение предельно допустимого уровня шума на 1,1 дБ, что относится к вредным условиям труда класса 3.1. Уровень освещённости на рабочем месте раскройщицы составляет 0,57 от нормативного значения, т.е. класс 3.1. Запылённость воздуха рабочей зоны обеспечивает допустимые условия труда класса 2. Анализ тяжести трудового процесса свидетельствует о том, что нахождение в позе стоя до 80 % времени смены, соответствуют классу условий труда 3.1. При комплексном воздействии выявленных вредных и (или) опасных факторов условия труда на рабочем месте раскройщицы – вредные класса 3.2.

С целью совершенствования условий труда в швейном цехе может быть предложена облицовка стен с использованием пористых волокнистых звукопоглощающих материалов типа матов или мягких плит толщиной до

100 мм, закрытых снаружи перфорированными экранами. Как показывают расчёты, такой способ шумозащиты обеспечивает снижение уровней шума на рабочих местах на 4-7 дБ во всём звуковом диапазоне. А также в качестве средств индивидуальной защиты на этих рабочих местах могут быть использованы противошумы с учётом спектральных характеристик шума в швейном цехе.

В системе местного освещения необходимо использовать источники света большей мощности и ввести в регламент профилактических работ дважды в год чистку системы освещения.

С целью снижения класса условий труда по тяжести трудового процесса могут быть введены в график работы регламентированные перерывы.

Реальное состояние условий труда на рабочих места швей и раскройщиц требует обеспечение гарантий и компенсаций за условия труда класса 3.2: повышенной на 4 % оплаты труда и ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска, семь календарных дней.

Таким образом, проведённая оценка условий труда показывает необходимость защиты работников от негативного воздействия шума и обеспечение оптимальных зрительных условий труда, уменьшение тяжести трудового процесса.

В соответствии с реальными условиями труда необходимо обеспечение гарантий и компенсаций за вредные условия труда класса 3.2.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 15 марта 2010 года № 20).
  2. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 40).
- Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. № 36).

## **ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

Вода в быту человека играет огромную роль, она занимает второе место по ценности после воздуха. Достаточное её поступание в тело человека, и есть, одно из главных условий благоприятного, а главное здорового способа существования. Вода направляет питательную массу в клетки, выгоняет ядовитые вещества, а также способствует понижению давления. Она требуется для хорошего пищеварения. Эта жидкость уменьшает жировые шлаки и снижает вес, участвуя в метаболизме.

Утеря воды для человеческого тела, намного страшнее, чем недоедание: без еды организм живет больше 30 суток, без жидкости около нескольких дней.

Вода также отрицательно влияет на здоровье, причина этому качество питьевой воды.

По данным 84 % всех заболеваний на нашей планете адресуется через воду. Они доходят через грязную жидкость, провоцируя усугубление состояния здоровья, увечность и смерть населения, особенно подрастающее поколение. Каждый год более 25 млн людей погибает от них.

Используя воду, как правило, её загрязняют, а затем сливают в водоемы. Водоёмы загрязняются промышленными сточными водами разных отраслей (металлургия, нефтепереработка, химическая отрасль), также жилищно-коммунального, сельского хозяйства и поверхностными стоками.

Занимаясь антропогенной деятельностью многие водоёмы мира и России крайне загрязнены. В нашей стране самый высокий уровень загрязнённости зафиксирован в бассейнах рек: Днестр, Печора, Обь, Енисей, Амур, Северная Двина, Волга, Урал.

В результате антропогенного воздействия:

- падают запасы питьевой воды (около 40 % контролируемых водоёмов имеют загрязнения);
- меняется состояние и развитие флоры и фауны внутренних водоёмов;
- нарушается круговорот многих веществ в биосфере;
- понижается биомасса Земли и как следствие воспроизводство кислорода.

Опасны также загрязнения поверхностных вод, образовавшиеся в результате химических реакций в водной среде. Большую опасность загрязнённые воды представляют тогда, когда структура грунта не исключает их попадание в зону залегания грунтовых вод. До 30...40 % тяжёлых металлов из почвы поступает в грунтовые воды.

Вода, которую мы пьём, обязана быть чистой. Она течёт в наших квартирах и по санитарным нормативам должна отвечать стандартам водопитьевой.

Питьевая вода, обычно, перед отправкой проходит несколько этапов очистки. Но зачастую бывает, что такая очистка происходит неправильно, либо является недостаточной. Из-за плохого технического состояния труб вода несёт в себе огромное число посторонних бактерий, веществ, сложных химических соединений, солей, металлов, галогенов, большинство из которых являются угрозой для нашего здоровья. Увеличение максимально допустимых доз вредных веществ вредит здоровью человека.

Очень опасно в питьевой воде наличие микроорганизмов, особое внимание нужно уделить группам бактерий, таких как, кишечные палочки и энтеровирусы, воздействующие на систему органов пищеварения, а также на иммунную систему. Чтобы обезвредить воду от бактерий, её хлорируют.

Хлор дезинфицирует, тем самым убивает вредоносные микробы. Хотя с некоторыми элементами, присутствующими в воде, он вступает в реакцию. В результате формируются значительно более неприятные составляющие, чем сам хлор. Они выделяют противный запах и оказывают неблагоприятное влияние на печень и почки.

Порой в питьевой воде сосредоточивается масса хлоридов и сульфатов, добавляя ей солёный и горьковатый привкус. Потребление такой водопроводной жидкости приводит к неправильной работе желудка.

Процент в воде магния и катионов кальция придаёт ей жесткость. В результате употребления слишком жёсткой воды вызывает выработку соли в организме, что в итоге приводит к костным заболеваниям и болям в суставах. Также жёсткость влияет на появление камней в почках, желчном и мочевом пузырях.

В свою очередь фтор, содержащийся в воде следит за зубами человека и влияет на интенсивность развития кариеса.

При продолжительном использовании жидкости, называемую всеми – водой, содержащую обилие нитратов, приводит к тому, что кровь пере-

носит кислород по организму намного слабее, что служит источником негативных последствий для человека.

Большинство химических элементы часто вызывают онкологические заболевания, либо воздействуют на печень и почки – «очистные «сооружения» человеческого организма» и как следствие – на кровь.

С большой уверенностью можно заметить, что высокое качество воды – одно из главных условий поддержки безболезненности населения.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Загрязнение техносферы токсичными веществами. [Электронный ресурс]. URL: [https://revolution.allbest.ru/ecology/00422639\\_0.html#text](https://revolution.allbest.ru/ecology/00422639_0.html#text) (дата обращения 03.10.2019).
2. Качество питьевой воды и здоровье человека. [Электронный ресурс]. URL: <https://mirznanii.com/a/222782/kachestvo-pitevoy-vody-i-zdorove-cheloveka> (дата обращения 03.10.2019).
3. Какие риски для здоровья связаны с мобильными телефонами и их базовыми станциями? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/features/qa/30/ru/> (дата обращения 03.10.2019).  
Исследовательская работа по теме «Качество воды и влияние её на организм человека». [Электронный ресурс]. URL: <https://urok.1sept.ru/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/630090/> (дата обращения 03.10.2019).

УДК 629.113

*Е. О. Худякова, Д. А. Молочков (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### **ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА С АВТОМАТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ**

Автомобили с автоматическим вождением – это будущее автомобильных дорог. На автостраде автономные транспортные средства уменьшат движение и выбросы. В городах «робо-такси» освободит парковочные места для тротуаров и кафе. Благодаря быстрому молниеносному реагированию автомобили с автоматическим вождением могут достичь почти идеальных показателей безопасности для водителей и пешеходов. Однако на данный момент существует множество ситуаций, которые автомобили с автоматическим управлением просто ещё не готовы преодолеть. По

скромным прогнозам, к 2040 году минимум 5 % автомобилей будут проезжать по дорогам общего пользования с автоматическим управлением, и когда они это сделают, им придётся принимать трудные решения.

Эксплуатация беспилотных автомобилей в условиях реального дорожного трафика продемонстрировала, что на данный момент эти технологии нуждаются в существенной доработке. Так, эти автотранспортные средства были отмечены в нарушении правил дорожного движения. Также на счету «автоматики» уже есть унесённая человеческая жизнь в результате дорожно-транспортного происшествия.

Так почему же у автомобилей с автоматическим управлением возникают проблемы?

1) иногда водителям приходится принимать мгновенные решения, когда они сталкиваются с препятствиями на дороге. Довольно просто запрограммировать автомобиль на аварийную остановку, если он обнаружит объект посреди дороги. Однако машине может быть сложно рассчитать вероятность удара сзади из-за быстрого торможения. Более того, автомобили не всегда могут сделать правильный выбор, например, между съездом с дорожной полосы на скорости вместо удара по пустой картонной коробке, которая блокирует полосу движения.

Безусловно, у автомобиля есть радар, лазерные датчики и камеры высокого разрешения. Но они «заточены» в первую очередь на объекты, лежащие на уровне дорожного полотна, а ямы, лежащие ниже, находятся за гранью понимания машины. Тёмное пятно на дороге может быть ямой. Или масляной лужей. Или рисунком. Например, автомобиль может в панике затормозить перед тёмным пятном, которое на самом деле окажется тенью от какого-то объекта.

В отличие от любого водителя автомобиль с автоматическим управлением не может понять, что пара людей, оживленно разговаривающая возле пешеходного перехода, не собирается пересекать дорогу.

Люди недооценивают сложность вождения. Мы легко умеем смотреть на других людей и понимать их поведение. Это действительно сложно воспроизвести машине. Поэтому до сих пор для принятия многих решений требуется человеческий контроль, основанный на знании ситуаций и понимании последствий.

2) Автономный автомобиль должен знать с точностью до сантиметров, где именно он находится в пространстве, что находится вокруг него на дороге, тротуаре и даже вне зоны текущей физической видимости. Что-то

простое, как снег, реально может усложнить ситуацию в мире без водителя. Любой, кто видел снег, знает, как быстро этот белый порошок может покрывать дороги. Разметка дороги и даже сами границы дороги, исчезают даже под самым тонким слоем снега. Это может стать реальной проблемой, если учесть, что автомобили с автоматическим управлением используют камеры для отслеживания линий на асфальте. В то время как люди способны просто следовать естественному повороту дороги. Даже большие лужи или слегка затопленные дороги могут привести к путанице в автомобиле.

3) Кибербезопасность. Раньше автовладелец были обеспокоены только физическим сохранением своего транспорта – никто не хочет обнаружить под окнами отсутствие купленного недавно транспортного средства. Но как только автомобиль был подключён к сети – всё изменилось, обнаружился ряд дополнительных, не менее весомых, чем угон, угроз. Злоумышленник может получить контроль над беспилотным автомобилем: остановить передачу информации, отключить тормоза, остановить машину или направить её на оживлённую улицу, совершив теракт. Конечно, чтобы избежать описанных угроз, автопроизводители должны разрабатывать системы безопасности, однако в результате эксплуатации беспилотного автомобильного транспорта риск успешной кибератаки будет всегда.

4) Проблемы этики. Проблема «Вагонетки» – неотъемлемая философская задача, которую необходимо решить при программировании автомобиля с автопилотом.

Звучит она так: тяжёлая неуправляемая вагонетка несётся по рельсам. На пути её следования находятся пять человек, привязанные к рельсам сумасшедшим философом. К счастью, вы можете переключить стрелку – и тогда вагонетка поедет по-другому, запасному пути. К несчастью, на запасном пути находится один человек, также привязанный к рельсам. Каковы ваши действия? Бездействием подвергнуть пятерых смертельной опасности или своим действием поставить под удар одного?

В экстремальной ситуации (отказ тормозов на пешеходном переходе и т.п.) подобный выбор может встать и перед умным автомобилем. А что компьютер должен выбрать между жизнью своих пассажиров и жизнью пешеходов?

Чтобы ответить на подобные вопросы разработчики программного обеспечения даже проводят среди людей в интернете опросы в формате «игры» – что бы они выбрали в различных смоделированных ситуациях,

когда нет однозначно «правильного» ответа. На основе полученной информации машину обучают действовать как большинство. В подобных тестах поучаствовало уже больше 10 млн пользователей.

5) Юридическая ответственность. Одним из наиболее сложных аспектов перехода на автомобили с самостоятельным вождением является существующая правовая серая зона. Даже автомобиль, который технически функционирует идеально в соответствии с дорожными законами и механическими характеристиками, всё ещё может создать аварийную ситуацию.

Безучастное сидение за рулём автономного транспортного средства создаёт все условия, чтобы вызывать скуку и отвлечение у водителя. Сочетание автономных систем и человеческих ошибок уже может дать водителям ложное чувство безопасности. Самым важным юридическим вопросом является ответственность в случае аварии.

Таким образом, технология автомобилей с самостоятельным вождением всё ещё чрезвычайно нова. Отказ от контроля и передача своей жизни в руки машины – это большой шаг для людей. Хотя вышеперечисленные проблемы, безусловно, являются сложными, нет никаких сомнений в том, что автомобили с автоматическим управлением станут повседневной реальностью через несколько лет. Постоянные инновации, которые происходят в мире технологий и автоматизации, гарантируют, что эти препятствия однажды будут рассматриваться как небольшие трудности на пути к миру без водителя.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Эпоха автономных беспилотных автомобилей: проблемы и перспективы. [Электронный ресурс]. URL: <http://integral-russia.ru/2017/03/16/epoha-avtonomnyh-bespilotnyh-avtomobilej-problemy-i-perspektivy/> (дата обращения 03.10.2019).
2. 3 серьёзных проблемы автопилотов, которые не выглядят решаемыми. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/396055/> (дата обращения 03.10.2019).
3. Проблема вагонетки. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Проблема\\_вагонетки](https://ru.wikipedia.org/wiki/Проблема_вагонетки) (дата обращения 03.10.2019).
4. *Self-Driving Cars Are Still Years Away. That's Probably A Good Thing.* [Электронный ресурс]. URL: [https://www.huffpost.com/entry/autonomous-vehicles-uncertain-future\\_n\\_5d4c71f4e4b09e7297435cd4](https://www.huffpost.com/entry/autonomous-vehicles-uncertain-future_n_5d4c71f4e4b09e7297435cd4) (дата обращения 03.10.2019).

## **НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ СОТОВОГО ТЕЛЕФОНА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

В настоящее время мобильный телефон является неотъемлемой частью техносферной области жизни человека. Обладая огромным значением, он используется везде и повсеместно, начиная с начала XX века. Количество пользующихся телефоном превысило отметку 6,9 миллиардов абонентов по всему миру. Спрос и потребности рынка послужили толчком рывка технологий. По мере эволюции к телефонам предъявлялись новейшие требования конструкторской и научной мысли. Совершенствование систем связи позволило людям звонить из одной точки Земли в другую. В наши дни, техническая оснащённость телефона позволяет совмещать функции, не только связи, но и компьютерных технологий.

Существует множество негативных факторов и причин, рождаемых использованием телефонов. Споры о вреде мобильных телефонов ведутся постоянно, и в настоящее время они основываются на огромном количестве экспериментальных и теоретических изысканий.

Рассмотрим некоторые негативные факторы и производные:

1. Электромагнитное излучение. Мощность энергоприёмника напрямую влияет на излучаемость электромагнитного поля, т.к. телефон испускает электромагнитное излучение, а сам он находится близко к телу человека, то существует опасность нанесения вреда организму человека.

Работающий телефон создаёт вокруг себя электромагнитное поле, которое вызывает движение заряженных частиц. Клетки организма человека состоят из заряженных молекул. Под влиянием сильного электромагнитного поля молекулы, обладающие зарядом, совершают колебательные движения. Это даёт начало целому ряду негативных процессов.

В качестве основного возможного эффекта длительного воздействия радиочастотных полей рассматривается рак опухоли головного мозга и болезни паховой области. Продолжительное использование (например, разговор по сотовому телефону по 30 минут в день в течение 7-10 лет) может приводить к значительному повышению риска изменения клеток в раковые.

2. Активное пользование мобильного телефона в машине влияет на шанс возникновения дорожно-транспортного происшествия. По некоторым данным в 3-4 раза.

3. Поражение электрическим током от зарядного устройства.

4. Синдром фантомных вибраций. Состояние, сопровождаемое беспокойством, при котором человек полагает, что его мобильный телефон звонит или издаёт вибрации, хотя на самом деле этого не происходит. Люди могут слышать фантомные «звонки» во время принятия душа, просмотра телевизора или использования фена. Пути лечения фантомных вибраций или звонков ещё не были глубоко исследованы. Один из способов избавиться от фантомных вибраций – перестать носить телефон в кармане и переложить его в сумку, в карман куртки или в другое место.

5. В качестве ещё одной из производных можно считать сонливость и утомляемость.

6. Мобильные телефоны способны негативно влиять на отношения с другими людьми.

7. Вмешательство производителей и компаний в научные исследования. Финансовый интерес производителей телефонов приводит к сокрытию результатов исследований на эту тему. Известно несколько подобных случаев, в которых эксперты занимались лоббистской деятельностью.

Как видно из вышеперечисленного сотовые телефоны оказывают и в перспективе окажут негативное влияние на здоровье человека, поэтому есть рекомендации и советы по снижению влияния вредных факторов на организм:

1. Выполнять глазные упражнения:

- для снятия нагрузки и увлажнения на глазах, рекомендуется поморгать в течение нескольких минут;
- открывать и закрывать глаза с периодичностью 3-5 сек. на действие;
- лёгкими движениями нажимать на веки;
- переводить взгляд с удалённых объектов на близко расположенные предметы, фокусируя взор на протяжении пяти секунд.

2. Разработана и ограниченно выпускается одежда, карманы которой выполнены с использованием специальной ткани, экранирующей радиоизлучение.

3. Носить телефон в сумке, чтобы между телом и телефоном была дистанция.

4. При покупке телефона выбирать, тот у которого наименьшая мощность.

5. Не размещать на ночь рядом с головой, т.к. нарушается сон, что в дальнейшем приводит к стрессу в течение дня.

6. Особенно опасен телефон для детей и подростков, оказывая влияние, на ещё не до конца сформировавшееся тело.

7. Необходимо совершать перерывы в течение каждого часа работы;

8. Держать глаза на безопасном от дисплея расстоянии (примерно 30 см).

9. Следить за освещением рабочей зоны.

Использование смартфона является, тем же самым, что работа за компьютером или чтение. Разница лишь в том, что смартфон приходится подносить к лицу очень близко, и глазам концентрироваться на объекте намного сложнее.

И в заключение хочется отметить, что человеческий глаз приспособлен, чтобы видеть предметы, когда от них отражается рассеянный свет. Например, мы видим какой-нибудь предмет благодаря тому, что от него равномерно отражается свет и попадает на сетчатку. Когда же мы смотрим на дисплей телефона, то оттуда исходит направленный свет. Сетчатка глаза настроена воспринимать лёгкое рассеянное излучение, а тут прямо в центр глаза постоянно светит свет, поэтому глаза напрягаются, чтобы разглядеть предметы и буквы на экране.

Современные здравомыслящие люди понимают, что полный отказ от телефонов в нашем обществе невозможен: даже если вы выбросите все свои гаджеты, то каждый день будете неизбежно оказываться рядом с людьми, которые их используют, поэтому «жизнь без телефонов» возможна лишь вдали от цивилизации.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Здоровье и мобильный телефон. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Здоровье\\_и\\_мобильный\\_телефон](https://ru.wikipedia.org/wiki/Здоровье_и_мобильный_телефон) (дата обращения 03.10.2019).

2. Сотовый телефон и безопасность здоровья. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ixbt.com/comm/mobile-safe.html> (дата обращения 03.10.2019).

Какие риски для здоровья связаны с мобильными телефонами и их базовыми станциями? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/features/qa/30/ru/> (дата обращения 03.10.2019).

**Секция «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»**

УДК 658.5

*Е. В. Арефьев, А. А. Громзина (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

**АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗРАБОТКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ  
МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ В СФЕРЕ  
УСЛУГ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА ПРИМЕРЕ  
ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«СПЕЦТРАНС»**

Общество с ограниченной ответственностью (ООО) «Спецтранс» – специализированное частное предприятие, которое работает в сфере регулярных внутригородских и пригородных пассажирских перевозок в г. Сузда. Автопарк предприятия состоит из небольшого количества транспортных средств, таких как Газель *Next* и ПАЗ.

Задача оценки результативности функционирования системы пассажирских перевозок является сложной, многофакторной и имеет много методов решения. Качество услуги напрямую связано с удовлетворением потребностей пассажиров и зависит от множества аспектов. На основании запросов потребителя строится весь процесс перевозки пассажиров.

При оценке уровня качества регулярных пассажирских перевозок необходимо учитывать современную систему оценки качества услуг. В современных условиях такой системой является система международных стандартов качества ИСО серии 9000 [1-2].

Оценка результативности процессов системы менеджмента качества (СМК) используется для определения уровня достижения запланированных результатов процесса и направлена на непрерывное улучшение процессов. Достижение предварительно определённых норм показателей выполнения процесса показывает результативность выполнения процесса, что характеризует, насколько улучшаются показатели за выбранный период времени.

В свою очередь, оценка результативности процесса предполагает выполнение определённого алгоритма для её осуществления. Алгоритм

определения критериев и методов оценки результативности процесса СМК представлен на рисунке 1.

Оценку качества регулярных внутригородских и пригородных пассажирских перевозок можно представить последовательностью следующих этапов:

- выбор показателей и их взаимосвязи для оценки качества перевозок;
- определение нормативного значения каждого показателя;
- определение фактического значения показателя по сравнению с его нормативным значением.



**Рис. 1. Алгоритм определения критериев и методов оценки результативности**

Оценка параметров качества пассажирского сервиса и сведение к минимуму несоответствий между ожидаемым и фактическим уровнем качества является необходимым условием для формирования целесообразной системы обслуживания пассажиров на общественном транспорте. При оценке качества обслуживания целесообразно пользоваться комплексным,

интегрированным показателем качества, учитывающим различные факторы обслуживания пассажиров [3].

Анализ особенностей работы предприятий и НТД в сфере услуг пассажирских перевозок показал, что показатели результативности можно подразделить на несколько уровней: организационный (перевозчик), индивидуальный (пассажир) и процессный (заказчик услуг).

Каждый из уровней формируют соответствующие цели. Заказчик услуги заинтересован в создании среды для успешного управления результативностью предприятия и достижения стратегических целей. Интересы перевозчика – достичь успешных показателей для выполнения цели предприятия. Пассажир заинтересован в получении качественной услуги.

На основе анализа стандартов [5-7], положений научно-технической литературы выбран перечень показателей качества, который может быть применен для оценки СМК транспортного предприятия (на примере ООО «Спецтранс»).

С точки зрения перевозчика можно выделить следующие показатели:

- пассажиропоток;
- средний интервал движения на маршрутах;
- коэффициент использования вместимости. Характеризует отношение фактически перевезённых пассажиров к возможному количеству;
- интенсивность использования подвижного состава. Характеризует степень использования автобусного парка;
- коэффициент сменности пассажиров. Определяется отношением количества перевезённых пассажиров от начальной до конечной остановки в одном направлении по маршруту к номинальной вместимости транспортного средства;
- автобусо-часы в наряде;
- среднесписочное количество автобусов в работе;
- коэффициент технической готовности подвижного состава;
- количество рейсов на одно транспортное средство.

Анализ опыта создания и функционирования СМК предприятий в сфере транспорта говорит о том, что особое внимание следует уделить разделам стандарта ИСО 9001, связанными с требованиями потребителей. Это обусловлено тем, что пассажиры непосредственно являются потребителями услуги. С точки зрения пассажира можно выделить следующую систему показателей качества перевозок, наиболее характерных и важных:

- комфортность поездки и ожидания;
- доступность (временной показатель, регулярность движения транспортных средств, продолжительность функционирования);
- безопасность поездки;
- информационный показатель (уровень информационного сервиса, наличие информационных расписаний на остановочных пунктах, вывешивание схемы маршрута, объявление остановочных пунктов и т.д.);
- стоимостный показатель;
- надёжность перемещения точно по графику (возможность прямой, беспересадочной поездки);
- время, затрачиваемое пассажиром на передвижение.

Таким образом, максимальный учет факторов пассажирского сервиса позволит формировать рациональную систему управления общественным транспортом с ориентацией на пассажира.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧЕНИКОВ

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. – Введ. 2015-11-01. – М: Изд-во стандартов, 2015. – 95 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9004-2010 «Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества». – Введ. 2011-06-01. – М: Изд.-во стандартов, 2010. – 26 с.
3. Загорский, И. О. Эффективность организации регулярных перевозок пассажирским автомобильным транспортом / И. О. Загорский, П. П. Володькин. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2012. – 154 с.
4. Антонов, М. Н. Совершенствование методов обоснования параметров транспортного обслуживания населения по автобусным маршрутам регулярных перевозок : дис. ... канд. техн. наук / М. Н. Антонов. – М. 2010. – 157 с.
5. ГОСТ Р 51006-96. Услуги транспортные. Термины и определения. – Введ. 1997-01-01. – М: Изд-во стандартов, 1997. – 11 с.
6. ГОСТ Р 51004-96. Услуги транспортные. Пассажирские перевозки Номенклатура показателей качества. – Введ. 1997-01-01. – М: Изд-во стандартов, 1997. – 12 с.
7. ГОСТ Р 51825-2001. Услуги пассажирского автомобильного транспорта. – Введ. 2002-07-01. – М: Изд-во стандартов, 1997. – 22 с.

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПЕРЕВОЗОК С ПРИМЕНЕНИЕМ  
*IDEF0* НА ПРИМЕРЕ ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«ВИКТОРИЯ»**

Общество с ограниченной ответственностью (ООО) «Виктория» – динамично развивающееся транспортное предприятие г. Владимира, специализирующееся на пассажирских перевозках по городским маршрутам № 5, 5а, 2, 36. [4-5]. На балансе организации числится 20 единиц пассажирского транспорта, основной маркой автобусов является *ISUZU* «Богдан», которые в последнее время интенсивно заменяются более современными и экологичными.

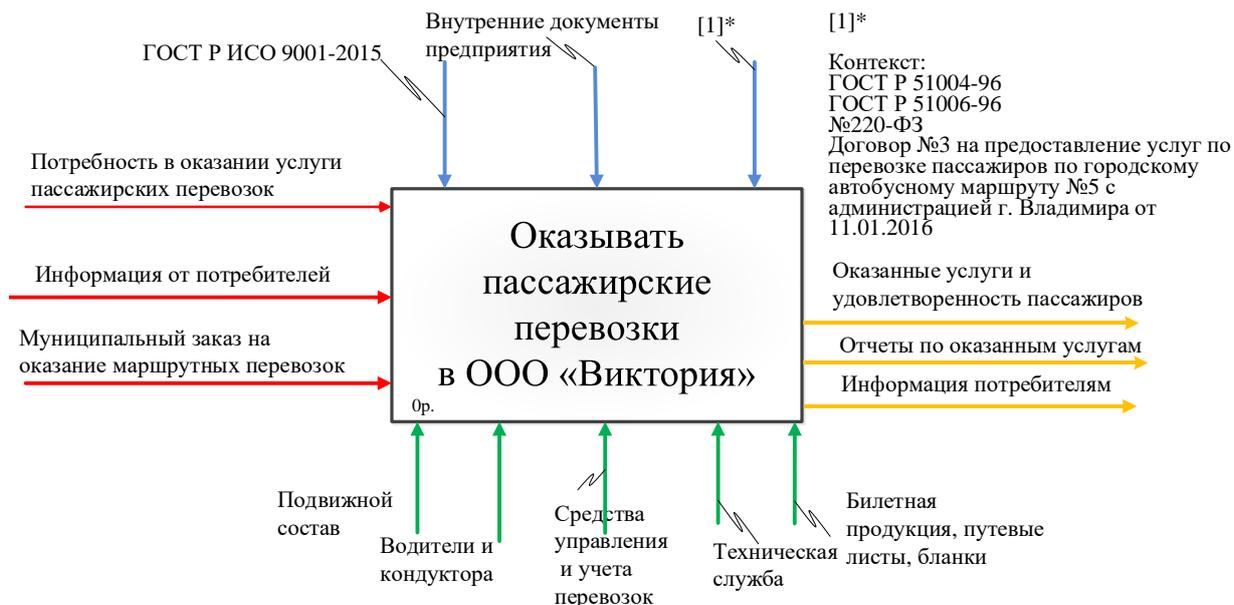
Вопросы повышения качества перевозок и удовлетворённости пассажиров занимают ключевое значение для любой транспортной организации, которая стремится сохранить и усилить свои позиции на рынке пассажирских перевозок в городе и области.

С целью изучения процесса пассажирских перевозок, обеспечения качества обслуживания пассажиров ООО «Виктория», а также установления взаимосвязи между исследуемыми процессами предложено использовать подход, выражающийся *IDEF0* – диаграммами.

Данный подход применим для описания и классификации процессов организации и соответствует требованиям процессного подхода в стандартах ИСО серии 9000.

Методология *IDEF0* нашла широкое признание и применение, благодаря своей простой графической нотации, используемой для построения моделей.

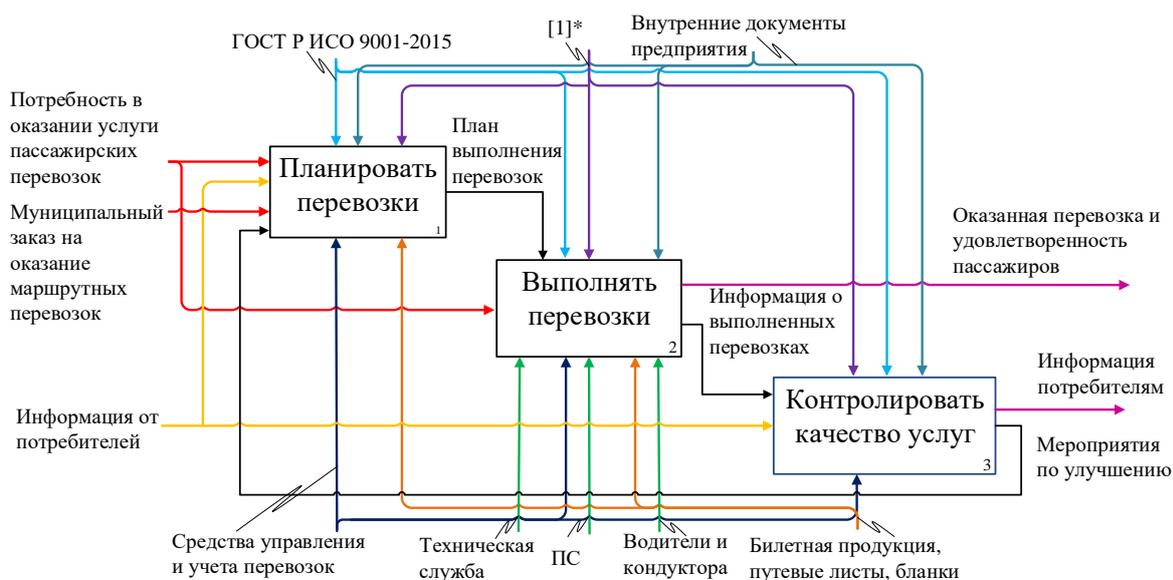
На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма процесса оказания пассажирских городских маршрутных перевозок в ООО «Виктория», разработанная по методологии системного проектирования и моделирования *IDEF0* [1]. Модель отображает входы и выходы, а также управляющие воздействия и механизмы осуществления процесса. Все диаграммы создавались с помощью графического редактора *MS Visio*.



**Рис. 1. Контекстная диаграмма осуществления процесса оказания пассажирских перевозок в ООО «Виктория»**

На рисунке 2 представлена декомпозиция контекстной диаграммы верхнего уровня. Она включает в себя такие процессы как:

1. Планирование перевозок;
2. Осуществление перевозок;
3. Контроль качества оказанных услуг.

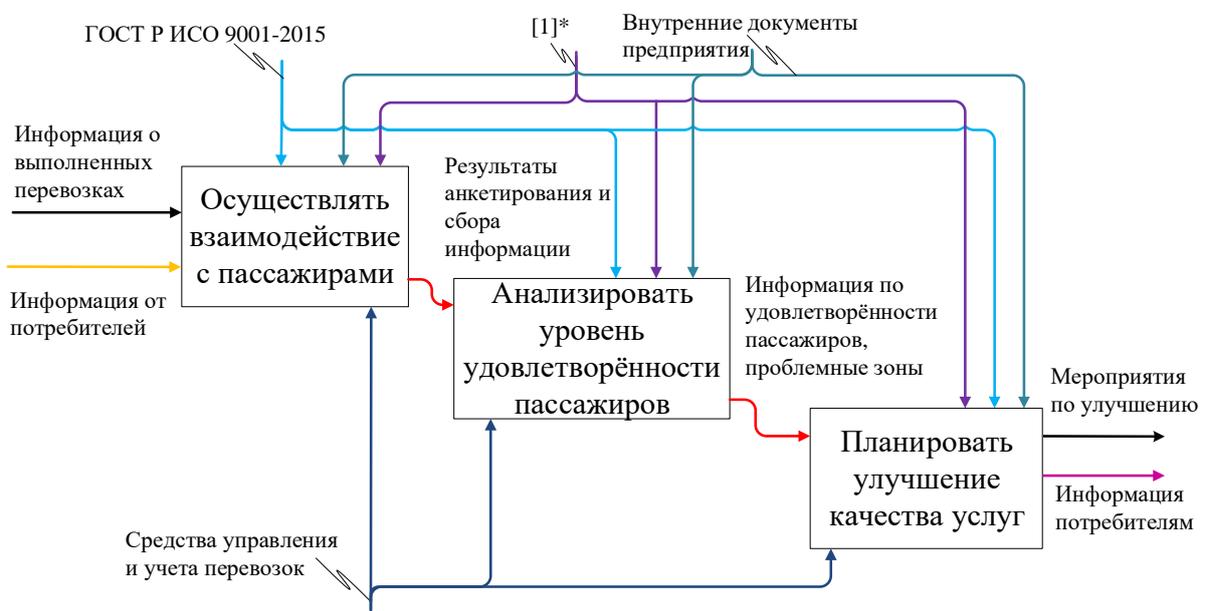


**Рис. 2. Декомпозиция процесса оказания пассажирских перевозок в ООО «Виктория»**

Процесс контроля качества оказанных услуг является одним из наиболее важных элементов системы и подразумевает решение следующего ряда задач: обеспечение обратной связи с пассажирами, выбор показателей качества услуг и установления их нормативных значений, оценку степени удовлетворённости пассажиров, также разработку и реализацию мероприятий, улучшающих качество по отстающим показателям.

На рисунке 3 представлена декомпозиция контекстной диаграммы контроля качества оказанных услуг. Она состоит из следующих процессов:

1. Осуществление взаимодействия с пассажирами;
2. Анализ уровня удовлетворённости пассажиров;
3. Планирование улучшений качества услуг.



**Рис. 3.** Декомпозиция процесса «Контролировать качество услуг»

Таким образом, процесс оказания пассажирских перевозок и обеспечения качества обслуживания пассажиров ООО «Виктория» исследован на основе функционального моделирования *IDEF0*. Данный подход позволил установить взаимосвязь между требованиями пассажиров и системой параметров функционирования городского пассажирского транспорта, а также наглядно отобразить связи в рассматриваемой системе.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. РД *IDEF0-2000* Методология функционального моделирования *IDEF0* Руководящий документ. – Введ. 2000-11-04. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 62 с.
2. ГОСТ Р 51006-96 Услуги транспортные. Термины и определения. – Введ. 01.01.1997 – М: Изд-во стандартов, 1997. – 11 с.
3. ГОСТ Р 51004-96 Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества. Введ. 01.01.1997 – М: Изд-во стандартов, 1997. – 12 с.
4. Реестр муниципальных маршрутов регулярных перевозок муниципального образования городской округ Владимир (утверждён приказом начальника отдела транспорта и связи от 10.01.2016. [Электронный ресурс]. – URL: <http://vladimir-city.ru/economics/transport/> (дата обращения 10.09.2019).
5. Реестр остановочных пунктов по муниципальным маршрутам регулярных перевозок муниципального образования городской округ Владимир (утверждён приказом начальника отдела транспорта и связи администрации города Владимира от 18.05.2016 № 26). [Электронный ресурс]. – URL: <http://vladimir-city.ru/economics/transport/> (дата обращения 10.09.2019).

УДК 656.11

*В. М. Баландин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ПРОБЛЕМЫ ЛОГИСТИКИ И БЛОКЧЕЙН-ПОСТАВКИ КРУПНОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

С развитием цифровой экономики, связанные с блокчейн-технологией проблемы актуализируются. В том числе, для крупных автотранспортных и логистических компаний, для которых блокчейн не только «модная» технология, но и методология цифрового и резкого развития инфраструктуры, преимуществ распределённого реестра [1]. Например, хранения защищённых криптопроцедурами записей о бизнес-процессах: условия эксплуатации транспорта, страховые ситуации, клиентские и партнёрские взаимодействия, включая и международные.

Блокчейн – методология, обеспечивающая хранение взаимосвязанных цепочек блоков – специальным образом сформированных, оформленных единиц информации. Назначение каждого

блока – хранение информации о транзакции. Блокчейн-блоки взаимосвязаны криптографически и правилами, предполагающими создание, поддержку, отслеживание изменений блоков, распределенных на клиентских компьютерах. История их изменений защищена криптографической подписью. Применяется блокчейн уже во многих сферах, например, в автотранспорте [2], [3] (хранения отчетов водителей, данных о транспорте, его обслуживании, истории поездок, заказов, платежей, пунктах логистики, ремонта и др.). Отечественная система «Платон» планирует применение блокчейн [4].

Логистика – приоритетное применение блокчейн, есть, например, есть теоретическая база [5] глобальной интеллектуально-транспортной блокчейн-сети на основе *SMART*-контрактов. Уровень «цифровизации» логистики пока недостаточен, логистические компаний, службы в автотранспорте используют традиционные коммуникации и пути, например, распределительные транспортные компании. Логистическому провайдеру нужен прямой, «цифровизированный» доступ к потребителю, с необходимостью обрабатывая большие данных, обмениваясь с партнёрами, клиентами блокчейн-технологиями при принятии решения.

Институт по блокчейну *DSCI* приводит аналитику по цепочкам поставок: треть группы лишь умеренно знакома с блокчейн, а 1 % – использует его в своих цепях поставок, хотя 35 % уже изучают такие возможности. Другой институт (*APQC*), опросив логистиков-экспертов, выявил, что треть считают блокчейн основой конкурентного преимущества в предстоящую десятилетку, а 10 % – что он изменит логистику в корне. Логистика управляет, адаптивно регулирует материально-информационные, финансово-организационные (включая и людские) разнотипные потоки: внутренние или внешние, непрерывные или дискретные, детерминированные или стохастические, стационарные или динамические, управляемые или неуправляемые и др.

В автотранспортной отрасли выделим логистические системы по этапам жизненного цикла:

- 1) логистика потоков ресурсов предприятий при транспортировке;
- 2) логистика потоков продукции, услуг потребителям;
- 3) логистика потоков финансов, информации и людских ресурсов;
- 4) логистика грузовых и складских потоков;
- 5) логистика сервисного обслуживания потребителей, заказчиков.

Специфичны отраслевые логистические факторы (параметры) логистики автотранспортного предприятия:

- 1) наличие резервов вкупе с недостаточной развитостью (оптимизацией);
- 2) инвестиционный характер;
- 3) слабый логистический сервис, его затратность;
- 4) потенциал логистического аутсорсинга в отрасли;
- 5) неопределённость критериев оценки и выбора контрагентов.

Логистические компании, ключевые операции автотранспортной логистики переводят часто на контрактный аутсорсинг, повышая их качество, сервис и эффективность. Аутсорсинг в логистике предоставляет транспортным компаниям возможности концентрации усилий на контрактах, организационной гибкости; оперативного принятия логистического решения; применения инновационных методов; роста инвестиционной привлекательности; снижения рисков, издержек и др.

Развитие информационных, цифровых технологий оказывает влияние на транспортную отрасль России, в том числе, с дроблением и объединением потоков, таможенными брокерами и другими участниками бизнеса. Технологией, способной оказать наибольшее влияние на рынок автоперевозок является блокчейн – распределённая, децентрализованная база данных хранения сведений об операциях (финансовых, логических и др.). В блокчейне такие операции принято называть сетевыми транзакциями. Блокчейн ассоциируется с книгой учёта операций (например, нефтегазовых поставок), копия, которой хранится у всех желающих, вне зависимости, есть в книге записи о транзакциях с их участием или нет. Такая организация хранения данных обеспечивает целостность информации, гарантирует неизменность данных, внесенных в общий реестр – информация о транзакциях (цепочках совершенных блоков) хранится на большом количестве вычислительных систем.

Эффективное функционирование логистики автотранспортных предприятий без взаимодействий агентов, отлаженной обработки заказов и транспортировки – невозможно. Блокчейн-технологии существенно изменят логистические бизнес-процессы. Например, реализуя блочную обработку грузов ВЭД, с криптошифровкой и обменом информацией «на лету, по запросу». Блокчейн-логистика – инструмент, позволяющий находить простые, быстрые способы поиска рынка, транспортировки, обработки грузов и их хранения. Корпоративные логистические процессы в авто-

транспортной отрасли должны фокусироваться на способности генерировать новые возможности, свойства. Синергетический эффект в них выявляется логистическими потоками, функциональной логистикой предприятия, основными группами (капитальное оборудование, материальные, производственные, организационные ресурсы).

Логистическая служба выполняет функции:

- 1) координация и аналитика товаропотоков;
- 2) поиск ключевых расходов и корректировка маршрутов, планирование и оптимизация доставки;
- 3) информирование о прохождении груза (потока), автоматизация учёта и контроля (в том числе таможенного) и др.

Релевантное проектирование логистики, операций (согласования, формирования, оптимизации, транспортировки) гарантирует автотранспортному предприятию экономию, снижение внутрипроизводственных издержек, повышение его конкурентоспособности. Такое проектирование – на основе *SADT* (методологии структурного проектирования), *IDEF* (методологии формализации инфологических и технологических связей), *UML* (языке диаграмм имитационного моделирования), *BPMN* (языке моделирования, оптимизации бизнес-процессов), учитывая перспективы логистической модели конкретного и интегрируемого динамически с логистической компанией бизнеса.

Логистика отслеживает современные цифровые тренды, ищет возможности применения их в бизнесе. Российские морские транспортные предприятия, например, уже применяют возможности морских перевозок сжиженного газа, активно исследуют возможности создания блокчейн-платформ для торговли сырьём, продуктами. Находясь на этапе тестирования блокчейн, накопления информации, делают инвестиции, заключения о необходимости внедрения СИИ (искусственного интеллекта), генератора конкурентных преимуществ. СИИ – раздел многих наук (математика, информатика, нейрофизиология, психология и др.), которая занята разработкой компьютерных систем, обладающих возможностями человеческого разума, обработкой и применением данных по принципу мыслительных процессов.

По оценкам *IT*-портала *TAdviser*, российский рынок СИИ достиг 30 млрд руб. Вложения в СИИ поддержки решений необходимы в эволюции, оптимизации логистики. Предикативная аналитика, СИИ обрабатывает огромное количество данных и на основе этого выявляет закономерности и

прогнозирует логистические потоки. Существенное логистическое значение имеет снижение всего отечественного транспорта в стоимостном формулировке.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Намиот, Д. Е., Покусаев, О. Н., Куприяновский, О. П., Акимов, А. В. Приложения блокчейн на транспорте // *International Journal of Open Information Technologies*, 2017, vol. 5, № 12, с. 130-133.
2. *Blockchain: The Future of Supply Chain Operations*. URL: <https://en.paperblog.com/blockchain-the-future-of-supply-chainoperations-1638444/> / Retrieved: 20.09.2019.
3. *Blockchain in Trucking Alliance Seeks to Revolutionize the Transport Industry*. URL: <https://bitcoinmagazine.com/articles/blockchaintrucking-alliance-seeks-revolutionize-transport-industry/> / Retrieved: 20.09.2019.
4. Григорьев, М. Н., Уваров, С. А. Система «Платон» как первый шаг в организации логистического управления дорожным движением на территории России // *Инновационная наука*, 2016, № 3 – 1 (15), с. 73-76.  
*Yuan Y., Wang F. Towards Blockchain-based Intelligent Transportation Systems // Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2016 IEEE 19th International Conference on. – IEEE, 2016. – pp. 2663-2668.*

УДК 519.245:53.08

**З. В. Мищенко, Е. В. Котельников** (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

#### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ПРОЦЕССЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

В общем случае изменение значений параметров технологического процесса (ТП) технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) автотранспортных средств (АТС) описывается случайными процессами. Результатами статистического контроля является заключение о статистической управляемости той или иной операции технологического процесса [1]. Следовательно, можно выделить множество состояний технологического процесса некоторые из которых будут соответствовать правильному определению состояния ТП, другие ошибочному определению состояния ТП

[2]. В простейшем случае для ТП ТО и Р АТС размеченный граф состояний Марковского случайного процесса представлен на рис. 1.

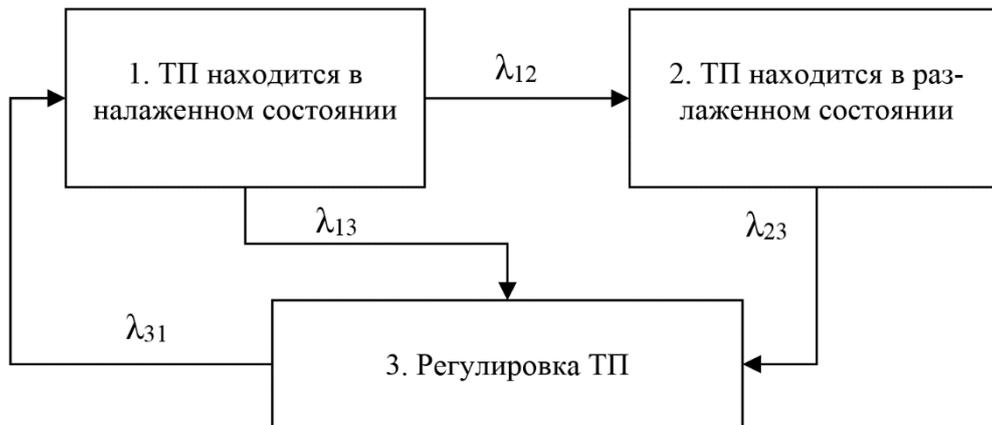


Рис. 1. Размеченный граф состояний Марковского случайного процесса по результатам статистического контроля качества

Основными параметрами Марковского случайного процесса являются  $\lambda_{12}$  – постоянная потока разрегулировок ТП,  $\lambda_{23}$  – постоянная потока перехода в режим регулировки технологических операций в разлаженном состоянии,  $\lambda_{31}$  – постоянная потока восстановления,  $\lambda_{13}$  – постоянная потока ложных сигналов о разрегулировках ТП.

Средняя длительность цикла регулирования (среднее время между двумя разладками ТП)  $T_{\Sigma}$  равна

$$T_{\Sigma} = T_0 + T_1 + T_{рег}, \quad (1)$$

где  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_{рег}$  – среднее время пребывания технологического процесса в налаженном и разлаженном состояниях и при регулировании операции ТП,  $T_1 = L_1\tau$ ;  $L_1$  – средняя длина серии выборок технологического процесса в разлаженном состоянии;  $\tau$  – среднее время ТО и Р АТС для рассматриваемого ТП.

Время пребывания ТП в указанных выше состояниях целесообразно представить в относительном виде исходя из статистических данных о значениях  $\lambda_{ij}$  по формулам

$$t_0 = \frac{\lambda_{31}}{\sum_{i=1}^4 \lambda_i}, \quad t_1 = \frac{\lambda_{12}}{\sum_{i=1}^4 \lambda_i}, \quad t_{рег} = \frac{\lambda_{23} + \lambda_{13}}{\sum_{i=1}^4 \lambda_i}. \quad (2)$$

Стационарные вероятности Марковского процесса в налаженном  $p_0$  и разлаженном  $p_1$  состояниях согласно (1) и (2) определяются из выражений

$$p_0 = \frac{t_0}{t_0 + t_1 + t_{pez}} = \frac{\lambda_{31}}{\lambda_{31} + \lambda_{12} + \lambda_{23} + \lambda_{13}} = \frac{\lambda_{31}}{\lambda_{31} + L_1 + \lambda_{13}},$$

$$p_1 = \frac{t_1}{t_0 + t_1 + t_{pez}} = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{31} + \lambda_{12} + \lambda_{23} + \lambda_{13}} = \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{31} + L_1 + \lambda_{13}}.$$
(3)

Полная вероятность брака (ПВБ)  $p$  с учётом двух состояний ТП – налаженного и разлаженного, определяется как

$$p = p_0 q_0 + p_1 q_1, \quad (4)$$

где  $q_0, q_1$  – вероятности брака при налаженном и разлаженном состояниях ТП.

С учётом (2)-(3) выражение (4) примет вид

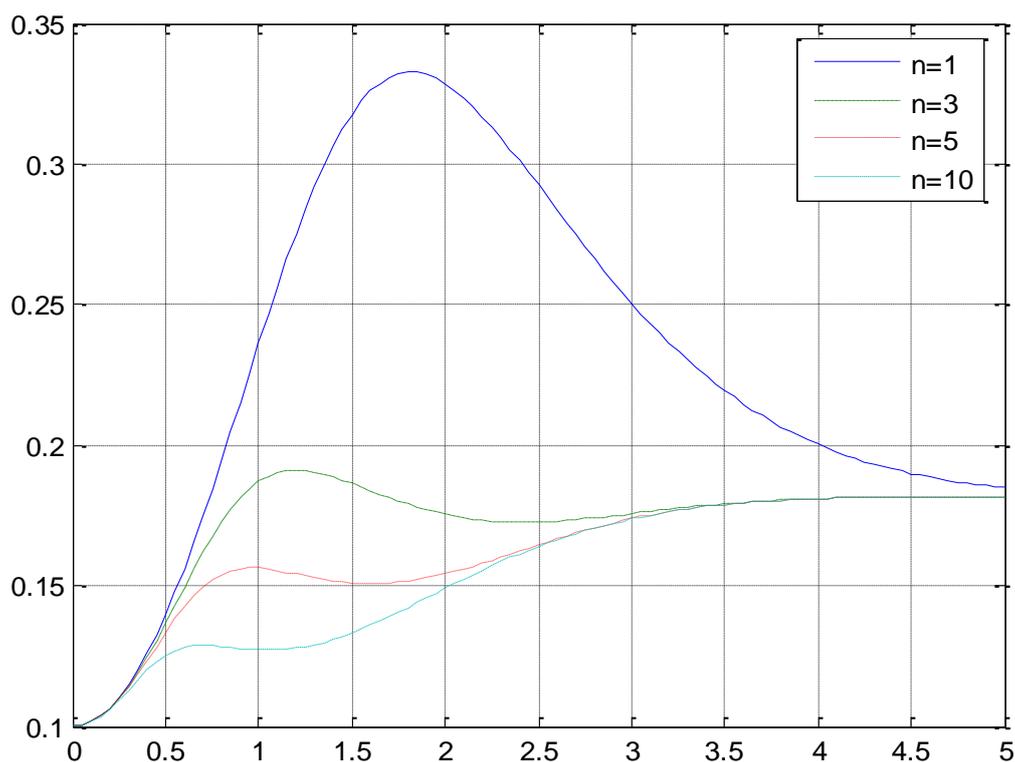
$$p = \frac{q_0 \lambda_{31}}{\lambda_{31} + L_1 + \lambda_{13}} + \frac{q_1 \lambda_{12}}{\lambda_{31} + L_1 + \lambda_{13}} = \frac{q_0 \lambda_{31} + q_1 \lambda_{12}}{\lambda_{31} + L_1 + \lambda_{13}}. \quad (5)$$

Вероятности брака при налаженном и разлаженном состояниях ТП определяются по одному параметру по статистическим данным согласно выражению

$$q_0 = \int_{T_H}^{T_B} f(X, M_X, \sigma_X) dX, \quad q_1 = 1 - \int_{T_H}^{T_B} f(X, M_X, \sigma_X) dX, \quad (6)$$

где  $f(X, M_X, \sigma_X)$  – функция плоскости распределения вероятностей контролируемого параметра  $X$  с математическим ожиданием  $M_X$  и средним квадратическим отклонением  $\sigma_X$ ,  $T_H, T_B$  – нижняя и верхняя границы поля допуска параметра.

На рис. 2 показана зависимость полной вероятности брака от смещения среднего от номинала для заданного объёма выборки  $n$ ,  $q_0 = 0,01$ ;  $q_1 = 0,1$ ;  $\lambda_{12} = 5$ ;  $\lambda_{13} = 4$ ;  $\lambda_{31} = 10$  при использовании в качестве метода регулирования ТП карты среднего арифметического от объёма выборки.



**Рис. 2. Зависимость полной вероятности брака от смещения среднего для заданного объема выборки**

Предложенные выражения и методика позволяют выполнить расчёт одного из распространённых критериев качества регулирования, полной вероятности брака, применительно к процессам технического обслуживания и текущего ремонта автотранспортного средства с учётом заданных статистических характеристик параметров качества рассматриваемого технологического процесса.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Илларионов, О. И. Проектирование контрольных карт на основе критерия полной вероятности брака // Методы менеджмента качества. – 2003. – № 6. – С. 32-36.
2. Клячкин, В. Н. Анализ эффективности многомерного контроля технологического процесса // Методы менеджмента качества. – 2002. – № 4. – С. 32-34.

**РАСЧЁТ ВЕРОЯТНОСТЕЙ РИСКОВ ПРИ СТАТИСТИЧЕСКОМ  
УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА  
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПО КОНТРОЛЬНОЙ КАРТЕ  
СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО**

Распространёнными методами статистического регулирования технологических процессов (ТП) технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) автотранспортных средств (АТС) являются контрольные карты Шухарта (КК) [1]. Критерием оценки эффективности применения КК является оперативная характеристика, которая представляет собой зависимость вероятности принятия решения о разлаженности процесса и отклонения среднего от целевого значения.

Основным преимуществом КК скользящего среднего по отношению к аналогам является возможность определения статистически управляемого состояния ТП ТО и Р АТС по мере поступления исходных данных без необходимости формировать партию однотипных изделий, поступающих на операцию контроля. В настоящее время в литературе [2, 3] известно несколько вариантов КК скользящего среднего, при этом ни один из них не стандартизован в РФ. Основной моделью распределения значений контролируемого параметра, лежащей в основе определения параметров КК скользящего среднего, является нормальный закон с постоянной дисперсией. Однако на практике не все параметры будут подчиняться нормальной модели.

В работе рассмотрена задача определения характеристик плана контроля по КК скользящего среднего при произвольном законе распределения контролируемого параметра. К оптимизируемым параметрам плана контроля по КК скользящего среднего можно отнести объём выборки и положение контрольных границ или уровень значимости при приёмке процесса.

Значение вероятности приёмки ТП (оперативная характеристика) примет вид

$$P = F_{\bar{X}}(a_B, \mu, \sigma_{\bar{X}}) - F_{\bar{X}}(a_H, \mu, \sigma_{\bar{X}}), \quad (1)$$

где  $a_B$ ,  $a_H$  – верхняя и нижняя границы регулирования на КК соответственно;  $F_{\bar{X}}$  – функция распределения скользящего среднего  $\bar{X}$  контролируемого параметра;  $n$  – объём выборки,  $\mu$  – текущее положение скользящего среднего,  $\sigma_{\bar{X}}$  – среднее квадратическое отклонение скользящего среднего,  $\bar{X} = (X_1 + X_2 + \dots + X_n)/n$ . Скользящее среднее определяется на основе индивидуальных значений контролируемого параметра  $X_i$  в серии из  $n$  последовательных измерений, полученных в течении некоторого промежутка времени.

Величины границ регулирования связаны с вероятностью ошибки первого рода и объёмом выборки и определяются по формулам

$$a_B = F_{\bar{X}}^{-1}\left(1 - \frac{\alpha}{2}, \mu_0, \sigma_{\bar{X}}\right), \quad a_H = F_{\bar{X}}^{-1}\left(\frac{\alpha}{2}, \mu_0, \sigma_{\bar{X}}\right), \quad (2)$$

где  $F_{\bar{X}}^{-1}$  – обратная функция распределения статистики контролируемого параметра,  $\mu_0$  – целевое значение скользящего среднего,  $\alpha$  – величина уровня значимости метода контроля ТП.

Как следует из выражений (1) и (2) для определения параметров плана контроля необходимо получить функцию распределения значений скользящего среднего, которая в свою очередь существенно зависит от распределения контролируемого параметра и объёма выборки. Одним из методов позволяющих получить аппроксимацию неизвестного распределения является метод статистических испытаний. Статистическое моделирование включает следующие этапы:

1. Генерация матрицы значений результатов измерений контролируемого параметра  $x$  с размерностью  $n-m$ :

$$x = F_X^{-1}(U(n, m), \bar{Q}_X),$$

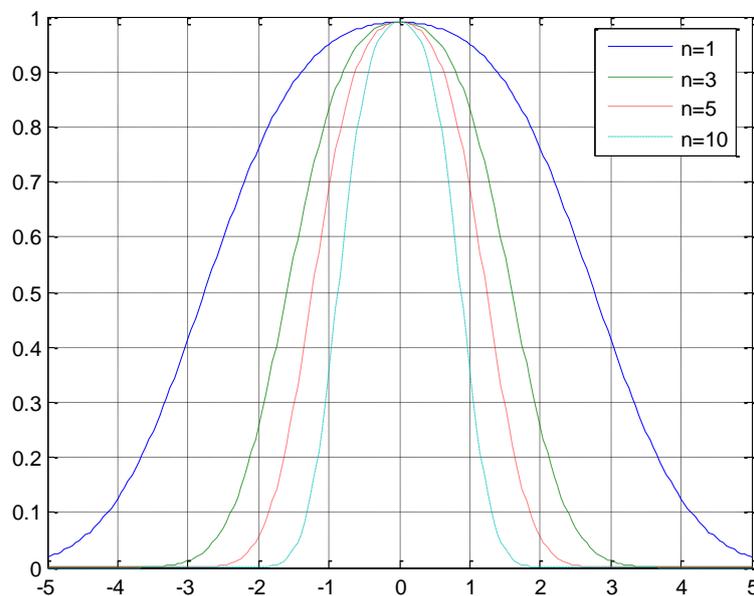
где  $F_X^{-1}$  – обратная функция распределения вероятностей контролируемого параметра;  $U(n, m)$  – матрица равномерно распределенных псевдослучайных чисел с размерностью  $n-m$ ;  $\bar{Q}_X$  – вектор параметров закона распределения  $F_X^{-1}$ ;  $n$  – объём выборки, определяется планом контроля;  $m$  – объём генерируемой выборки, определяет погрешность моделирования.

2. По результатам моделирования матрицы  $x$  выполняется расчёт статистик, соответствующих контрольной карте скользящего среднего  $\bar{x}$ . Результатом расчёта является вектор с числом элементов равным  $m$ .

3. Вероятность приёмки процесса определяются как отношение числа статистик попадающих в контрольные границы при заданной степени разладке ТП

$$P = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \begin{cases} 1, & \text{если } \bar{x}_i \in [a_H, a_B] \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}.$$

На рис. 1 приведены оперативные характеристики для карты скользящего среднего в зависимости от  $n$  и  $\bar{X}$  при  $\alpha=0,01$ .



**Рис. 1. Оперативная характеристика  $\bar{X}$ -карты от  $n$  и  $\delta$  при  $\alpha=0,01$**

Полученные выражения позволяют рассчитать оперативную характеристику и параметры достоверности статистического контроля качества процессов ТО и Р АТС для контрольной карты скользящего среднего при произвольном законе распределения контролируемого параметра.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Илларионов, О. И. Проектирование контрольных карт на основе критерия полной вероятности брака // Методы менеджмента качества. – 2003. – № 6. – С. 32-36.

2. Клячкин, В. Н. Анализ эффективности многомерного контроля технологического процесса // Методы менеджмента качества. – 2002. – № 4. – С. 32-34.

3. Данилевич С.Б., Княжевский В.В. Имитационная модель выборочного измерительного многопараметрического контроля // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 3. – С. 49-53.

УДК 519.245:53.08

*З. В. Мищенко, А. С. Малышева (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Под эффективностью процессов контроля и диагностирования автотранспортных средств (АТС) в эксплуатации подразумевается способность решить задачу определения технического состояния при минимальных затратах в течении заданного промежутка времени [1]. Следовательно, критерий эффективности должен учитывать стоимость проведения эксперимента, потери от ошибок первого и второго рода при контроле состояния АТС, время или трудоёмкость проведения эксперимента и объём проводимых измерений. Принимая во внимание, что производится контроль технического состояния по параметрам, характеризующим безопасность движения АТС, кроме указанных выше характеристик должны соблюдаться условия по обеспечению допустимых риска признания неработоспособного АТС работоспособным, максимальной стоимости проводимого измерительного эксперимента и времени измерений [2].

Критерий оценки эффективности измерительных процессов  $E$  представляет собой взвешенную Евклидову метрику в пространстве 3-х относительных факторов:

$$E = \min \left\{ \left[ \left( \frac{\lambda_{P1}P_1 + \lambda_{P2}P_2}{\lambda_{P1}P_{1\min} + \lambda_{P2}P_{2\min}} \right)^2 + \left( \frac{C_{\text{экс}}}{C_{\text{экс min}}} \right)^2 + \left( \frac{t}{t_{\min}} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\},$$
$$P_2 \leq P_{2\text{ДОП}}, \quad C_{\text{экс}} \leq C_{\text{экс ДОП}}, \quad t \leq t_{\text{ДОП}} \quad (1)$$

где  $P_1, P_2$  – вероятности ошибок 1-го и 2-го рода при проведении анализа воспроизводимости и повторяемости,  $\lambda_{P1}, \lambda_{P2}$  – коэффициенты влияния ошибок первого и второго рода на величину экономических потерь от  $P_1, P_2$ ;  $P_{1\min}, P_{2\min}$  – минимальные значения рисков первого и второго рода при оценке из рассматриваемых вариантов;  $C_{PЭj}$  – стоимость  $j$ -го рабочего эталона,  $C_{экс}$  – стоимость проведения дисперсионного эксперимента анализа воспроизводимости и повторяемости,  $C_{экс\min}$  – минимальная стоимость проведения дисперсионного эксперимента анализа воспроизводимости и повторяемости при оценке из рассматриваемых вариантов,  $t$  – время проведения эксперимента при выполнении анализа воспроизводимости и повторяемости,  $t_{\min}$  – минимальное время проведения эксперимента из рассматриваемых вариантов анализа воспроизводимости и повторяемости.

Критерий эффективности процессов контроля и диагностирования АТС в эксплуатации можно интерпретировать как вектор в пространстве 3-х относительных факторов (рис. 1), где граничные условия  $P_2 \leq P_{2\text{ДОП}}, C_{экс} \leq C_{экс\text{ДОП}}, t \leq t_{\text{ДОП}}$  определяют зону допустимых значений  $E_{\text{доп}}$  критерия эффективности  $E$ .

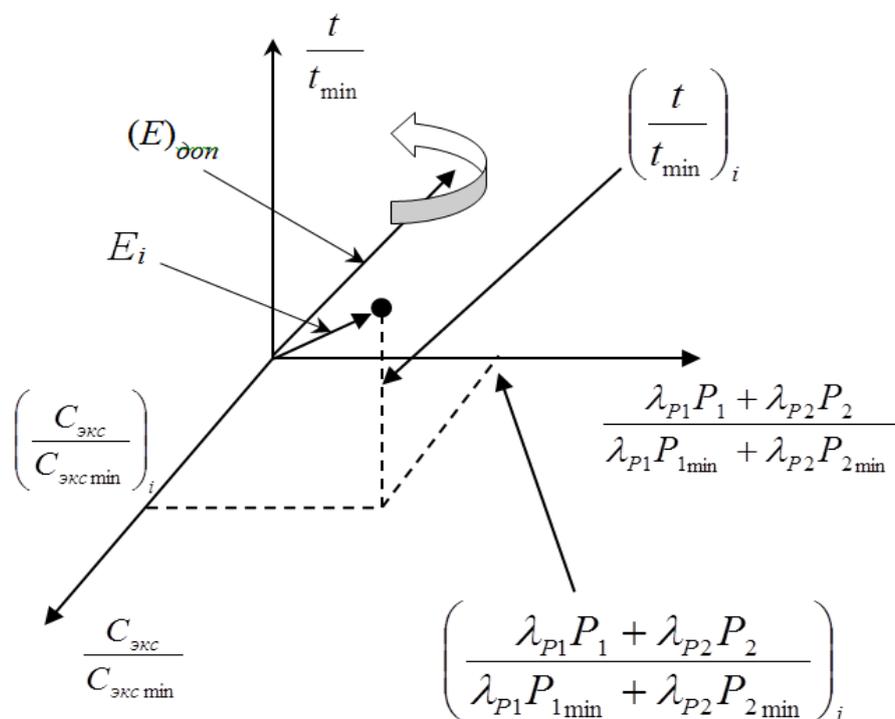


Рис. 1. Геометрическая интерпретация оценки эффективности измерительных процессов по векторному критерию (1)

Расчёт характеристик достоверности  $P_1$ ,  $P_2$  дисперсионного эксперимента анализа воспроизводимости и повторяемости можно выполнить на основе метода статистических испытаний, который включает следующие этапы:

1. Генерация вектора значений измеряемого параметра  $x_i$ :

$$x_i = F_X^{-1}(U(n, m), \bar{G}_X) + F_\Delta^{-1}(U(n, m), \bar{G}_\Delta),$$

где  $F_X^{-1}$ ,  $F_\Delta^{-1}$  – обратные функции распределения вероятностей измеряемого параметра и погрешности его измерения;  $U(n, m)$  – матрица равномерно распределенных псевдослучайных чисел с размерностью  $n \times m$ ;  $\bar{G}_X$ ,  $\bar{G}_\Delta$  – векторы параметров законов распределения  $F_X^{-1}$ ,  $F_\Delta^{-1}$ ;  $n$  – объём выборки, определяется планом контроля;  $m$  – объём генерируемой выборки, определяет погрешность моделирования.

2. По результатам моделирования матрицы  $q$  выполняется расчёт статистик, соответствующих выбранному способу расчёта анализа воспроизводимости и повторяемости. Результатом расчёта является вектор с числом элементов равным  $m$ .

3. Вероятность ошибки второго рода определяется как отношение числа статистик, попадающих в контрольные границы  $[a_H, a_B]$  при заданных начальных значениях, например для метода средних и размахов

$$\beta = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \begin{cases} 1, & \text{если } \bar{q}_i \in [a_H, a_B] \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}.$$

Погрешность расчёта вероятностей ошибок первого и второго рода будет определяться количеством сгенерированных псевдослучайных чисел и соответствием их распределения заданному закону. Учитывая технические возможности современных ЭВМ при использовании таких программных комплексов как *MATLAB*, *MATHEMATICA* и т.д. можно достичь величин абсолютных погрешностей до  $10^{-9}$ .

В работе предложен критерий эффективности процессов контроля и диагностирования АТС в эксплуатации, учитывающий вероятности ошибок первого и второго рода, стоимости проведения эксперимента и времени проведения анализа воспроизводимости и повторяемости.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Клячкин, В. Н. Анализ эффективности многомерного контроля технологического процесса // Методы менеджмента качества. – 2002. – № 4. – С. 32-34.
2. Данилевич, С. Б., Княжевский, В. В. Имитационная модель выборочного измерительного многопараметрического контроля // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 3. – С. 49-53.

УДК 519.245:53.08

*З. В. Мищенко, А. А. Павлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### РАСЧЁТ КОНТРОЛЬНЫХ ДОПУСКОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Целью метрологического обеспечения системы диагностирования технического состояния автотранспортного средства при эксплуатации является повышение её уровня эффективности за счёт оптимального выбора контролируемых параметров, средств измерений контролируемых параметров с учётом погрешности измерения [1, 2]. Следовательно, критерий эффективности метрологического обеспечения системы диагностирования должен учитывать: вид и схему технологического процесса; статистические свойства контролируемых параметров технологического процесса; влияние погрешности измерения на величины ошибок первого и второго рода.

При разработке системы диагностирования автотранспортного средства (АТС) основным метрологическим критерием является

$$P_1 \leq P_{1д} \text{ и } P_2 \leq P_{2д}, \quad (1)$$

где  $P_1, P_2$  – значения ошибок первого и второго рода при диагностировании;  $P_{1д}, P_{2д}$  – значения допустимых ошибок первого и второго рода. Значения  $P_1$  и  $P_2$  определяются как

$$P_1 = P \left( \left( \bigcup_{i=1}^n (X_i \notin X_{Дi}) \right) \bigcap_{j=1}^n (Y_j \notin X_{Дj}) \right) / (Y_i \notin X_{Дi}), \quad (2)$$
$$P_2 = P \left( \left( \bigcup_{i=1}^n (X_i \notin X_{Дi}) \right) \bigcap_{j=1}^n (X_j, Y_j \in X_{Дj}) \right) / (Y_i \in X_{Дi})$$

где  $P$  – оператор, соответствующий вероятности наступления определённого события,  $X_{Дi}$  – допуск на  $i$ -й измеряемый параметр,  $X_i, Y_i$  – истинное значение и результат измерения  $i$ -го измеряемого параметра,  $n$  – количество диагностических параметров.

Для управления значениями характеристик достоверности системы диагностирования АТС вводятся эксплуатационные допуски с целью снижения  $P_2$  за счёт увеличения  $P_1$ . В этом случае для расчёта  $P_1, P_2$  с учётом эксплуатационных допусков в выражениях (2) необходимо заменить условия  $Y_j \notin X_{Дj}$  на  $Y_j \notin X_{КДj}$ , где  $X_{КДj}$  – величина эксплуатационного допуска на  $i$ -й диагностический параметр.

В общем случае расчет  $P_1, P_2$  является  $2 \times n$ -мерной интегральной задачей. Основным методом расчёта  $P_1, P_2$  является метод статистических испытаний, включающий следующие этапы:

1. Генерация матрицы псевдослучайных чисел  $X$ , моделирующей закон распределения  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ . Размерность  $X$  –  $m \times n$ , где  $m$  – число строк, задаёт количество сочетаний значений диагностических параметров,  $n$  – количество столбцов, соответствует числу диагностических параметров.
2. Генерация матрицы псевдослучайных чисел  $\Delta X$ , моделирующей закон распределения погрешностей измерения  $f(\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_n)$ . Размерность  $X, \Delta X$  должна быть одинаковой.
3. Расчёт матрицы  $Y$ , как поэлементной суммы  $Y_{i,j} = X_{i,j} + \Delta X_{i,j}$ .  $Y$  моделирует закон распределения результатов измерений значений диагностических параметров.
4. Формирование векторов-столбцов  $X_{Д}, X_{НД}$ , элементами которых являются «1» и «0». Единичное значение соответствует попаданию точки в многомерном пространстве параметров до проведения измерения в границы поля допуска. Нулевое значение соответствует выходу значения хотя бы одного параметра за границы поля допуска. Расчёт  $X_{Д}, X_{НД}$  выполняется по формулам

$$X_{Дi} = \begin{cases} 1, & \text{если } X(i,:) \subset X_{Д} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}, \quad X_{НДi} = \begin{cases} 1, & \text{если } X(i,:) \notin X_{Д} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}.$$

5. Формирование векторов-столбцов  $X'_{Д}, X'_{НД}$ , элементами которых являются «1» и «0» аналогично  $X_{Д}, X_{НД}$ .

6. Расчёт вероятностей усредненных ошибок первого и второго рода по следующим формулам

$$P_1 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (X_{Дi} \cdot X'_{ДД}), \quad P_2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (X_{ДДi} \cdot X'_{Дi}).$$

Расчёт допусков контролируемых параметров  $X_{Дi}$  целесообразно выполнять методом случайного поиска. Определение значений  $X_{ДДj}$  включает этапы:

1. Определение, по априорным данным, совместного закона распределения вероятностей контролируемых параметров и погрешностей их измерений. При отсутствии сведений о законе распределения контролируемого параметра или погрешности измерения принимается закон равной вероятности.

2. Определение границ зоны поиска допусков контролируемых параметров. Поиск будет выполняться в зоне возникновения ненулевых значений вероятностей ошибок первого и второго рода.

3. Выбор начальной точки поиска. Определение начальной точки выполняется с использованием генератора псевдослучайных чисел, распределенных по закону равной вероятности внутри зоны поиска.

4. Расчёт начального шага поиска по каждому контролируемому параметру как части зоны поиска. При этом шаг поиска в пространстве контролируемых параметров должен быть не менее величины их изменения соответствующей дисперсии расчёта  $P_1, P_2$ .

6. Расчёт  $P_1, P_2$  по формуле (2) и проверка выполнения условий (1). Если условия (1) выполняются, то расчёт прекращается.

7. При невыполнении условий (1) случайным образом генерируется шаг в пространстве контролируемых параметров. Определяются новые границы допусков и выполняется расчёт вероятностей ошибок по формулам (2) с последующей проверкой выполнения условий (1).

8. Расчёт выполняется в  $M$  итераций. Если все итерации были выбраны и не было найдено решение соответствующего условиям (1), то поиск прекращается.

Предложенная методика позволяет рассчитать величины контрольных допусков на диагностические параметры при эксплуатации транспортных средств для заданных зависимости обобщенного показателя качества, законов распределения параметров и погрешностей их измерения на основе метода статистических испытаний.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ногин, В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. М: ФизматЛит. 2005. – 176 с.
2. Адлер, Ю. П., Маркова, Е. В., Грановский, Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений. М: Наука. 1976. – 275 с.

УДК 629.3

*Д. Ю. Орлов, В. Н. Романов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **АНАЛИЗ КОНТРОЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ**

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2015 организация должна проводить мониторинг и анализ измерительных процессов с целью оценивания изменчивости результатов измерений и последующей корректировки процессов измерения и контроля.

Анализ измерительных процессов, определённых планом управления, проводится на IV этапе перспективного планирования качества продукции. Необходимые данные для анализа следует получать в результате специально проводимого исследования, заключающегося в многократном измерении образцовых деталей различными операторами.

Перед проведением исследования измерительного процесса все средства измерительной техники, входящие в состав измерительного процесса, должны быть поверены (откалиброваны) в установленном порядке.

Отбор образцов автомобильного компонента необходимо выполнять в соответствии со следующими требованиями:

- образцы должны быть отобраны из операций, на которых формируются ключевые параметры;
- образцы должны наиболее полно представлять весь существующий диапазон изменчивости параметра автомобильного компонента.

Периодический анализ измерительных процессов, включённых в планы управления, осуществляется в зависимости от специфики составляющих измерительного процесса, но не реже одного раза в год.

При планировании анализа измерительного процесса следует учитывать график поверки и калибровки средств измерительной техники. Перед проведением анализа средства измерения и контроля должны быть проверены на их метрологическую пригодность.

Инженер-метролог, ответственный за анализ измерительного процесса, осуществляет предварительные расчёты.

По результатам предварительных расчётов инженер-метролог осуществляет расчёты изменчивости измерительного процесса, проводит анализ и оформляет «Протокол анализа измерительного процесса».

Сходимость результатов измерений  $EV$  рассчитывается по формуле:

$$EV = 5,15 \times \frac{\bar{R}}{D_2} \quad (1)$$

где  $D_2$  – константа, рассчитываемая с помощью размаха. Таблица значений константы приведена в [1];

$R$  – средний размах всех измерений.

При выборе константы  $D_2$  для вычисления сходимости принимают:

- объём выборки  $N$ , по которой считался размах, равным количеству попыток измерений  $M$ ;

- количество вычислений размаха  $G$  равным произведению количества операторов  $K$  на количество образцов  $N$ .

Воспроизводимость результатов измерений  $AV$  рассчитывается по формуле:

$$AV = \sqrt{\left[5,15 \times \frac{\bar{X}_{diff}}{D_2}\right]^2 - \left[\frac{EV^2}{N \times M}\right]} \quad (2)$$

где  $X_{diff}$  – размах между измерениями операторов;

$N$  – количество образцов;

$M$  – количество попыток измерений.

При выборе константы  $D_2$  для вычисления воспроизводимости принимают:

- объём выборки  $N$ , по которой считался размах, равным количеству операторов  $K$ ;

- количество вычислений размаха  $G$  равным 1.

Сходимость и воспроизводимость результатов измерений  $R\&R$  рассчитывается по формуле:

$$R\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2} \quad (3)$$

Изменчивость измеряемого параметра автомобильного компонента  $PV$  рассчитывается по формуле:

$$PV = 5,15 \times \frac{\bar{R}_p}{D_2} \quad (4)$$

где  $R_p$  – размах значений параметра деталей.

Полная изменчивость результатов измерений  $TV$  рассчитывается по формуле:

$$TV = \sqrt{R \& R^2 + PV^2} . \quad (5)$$

Выше определён расчёт абсолютных значений различных составляющих изменчивости результатов измерений. Относительные значения составляющих изменчивости результатов измерений определяются:

- по отношению к полной изменчивости  $TV$  – в случае, если результаты измерения используются для анализа процесса;

- по отношению к допуску на параметр ( $USL-LSL$ ) – в случае, если результаты измерения используются для принятия решения о качестве продукции.

Значения составляющих изменчивости результатов измерений относительно полной изменчивости процесса  $TV$  рассчитываются по формулам:

$$\%EV = \frac{EV}{TV} \times 100\% , \quad (6)$$

$$\%AV = \frac{AV}{TV} \times 100\% , \quad (7)$$

$$\%R \& R = \frac{R \& R}{TV} \times 100\% , \quad (8)$$

$$\%PV = \frac{PV}{TV} \times 100\% . \quad (9)$$

На основании величины относительной сходимости и воспроизводимости ( $\%R\&R$ ) ответственный инженер-метролог делает выводы о приемлемости измерительного процесса: менее 10 % – измерительный процесс приемлем; 10 % – 30 % – измерительный процесс может быть приемлем в зависимости от важности применения, стоимости средств измерительной

техники и т.п.; более 30 % – требуются улучшения измерительного процесса.

В качестве примера оценивания приемлемости контрольного процесса используем данные измерений толщины стенки вкладыша коренного подшипника двигателя ВАЗ-2101. Исходные данные и результаты измерений тремя операторами приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные и результаты измерений

№ стр.	Операторы и попытки		Порядковые номера образцов										Средние и размахи
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	А	1	50,784	50,779	50,785	50,787	50,791	50,793	50,793	50,780	50,781	50,779	
2		2	50,794	50,787	50,794	50,782	50,789	50,793	50,792	50,783	50,784	50,779	
3		3	50,791	50,785	50,776	50,775	50,789	50,787	50,789	50,779	50,789	50,780	
4	среднее X		50,790	50,784	50,785	50,781	50,790	50,791	50,791	50,781	50,785	50,779	
5	размах R		0,010	0,008	0,018	0,012	0,002	0,006	0,004	0,004	0,008	0,001	
6	В	1	50,793	50,777	50,784	50,790	50,781	50,778	50,780	50,785	50,793	50,792	
7		2	50,781	50,792	50,786	50,789	50,779	50,779	50,793	50,776	50,782	50,783	
8		3	50,780	50,785	50,787	50,775	50,790	50,776	50,780	50,782	50,789	50,779	
9	среднее X		50,785	50,785	50,786	50,785	50,783	50,778	50,784	50,781	50,788	50,785	
10	размах R		0,013	0,015	0,003	0,015	0,011	0,003	0,013	0,009	0,011	0,013	
11	С	1	50,787	50,789	50,784	50,781	50,791	50,777	50,777	50,775	50,778	50,788	
12		2	50,786	50,779	50,782	50,792	50,791	50,790	50,779	50,784	50,779	50,777	
13		3	50,784	50,782	50,785	50,790	50,793	50,781	50,779	50,783	50,779	50,794	
14	среднее X		50,786	50,783	50,784	50,788	50,792	50,783	50,778	50,781	50,779	50,786	
15	размах R		0,003	0,010	0,003	0,011	0,002	0,013	0,002	0,009	0,001	0,017	
16	среднее X		50,787	50,784	50,785	50,785	50,788	50,784	50,785	50,781	50,784	50,783	
	$\bar{R}_p = \bar{X}_i^{\max} - \bar{X}_i^{\min}$											$\bar{R}_p =$ 0,007	
17	$\bar{\bar{R}} = (\bar{R}_A + \bar{R}_B + \bar{R}_C) / K$											$\bar{\bar{R}} =$ 0,008	
18	$\bar{X}_{diff} = \bar{X}_{A,B,C}^{\max} - \bar{X}_{A,B,C}^{\min}$											$\bar{X}_{diff} =$ 0,007	
19	$UCL_R = D_4 \times \bar{R}$		$D_4 = 2,574$									$UCL_R =$ 0,019	
20	$LCL_R = D_3 \times \bar{R}$		$D_3 = 0$									$LCL_R = 0$	

Далее проводится анализ причин изменчивости измерительных процессов и необходимые для этого расчёты по формулам (1) – (9). Анализ

показал, что сходимость и воспроизводимость (%*R&R*) результатов измерений равна 81 %, следовательно в соответствии с указанными выше критериями оценки требуется улучшение процесса.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Романов В. Н. и др. Квалиметрия. Учебное пособие. ВлГУ, 2017. – 135 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. М., Стандартинформ, 2015. – 65 с.

УДК 658.562

*Д. Ю. Орлов, К. В. Сурганова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРЕННЫХ НЕСООТВЕТСТВИЙ И ВНЕДРЕНИЕ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ДЕЙСТВИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СВАРНЫХ ТРУБ АВТОМОБИЛЯ**

В современном мире организациям всё время нужно заботиться о своём имидже, прежде всего за счёт изменения качества продукции и услуг, но иногда на производстве возникают дефекты и чтобы поддержать свой имидж компания должна незамедлительно среагировать на них. Арсенал методов широк и постоянно пополняется, одним из таких методов является метод *8D*.

*8D* – это «метод восьми дисциплин», который был разработан в компании «*Ford*» в 1987 г. Руководство *Ford* определяет *8D* как дисциплинированный (упорядоченный) процесс, который направлен на разрешение проблем методологическим и аналитическим путём. Каждый шаг *8D* методики имеет в своём наименовании букву *D*, что означает «дисциплина» (*discipline*).

*8D* – это простой метод, и его рекомендуется использовать всегда, когда на предприятии возникает брак, для того чтобы восстановить доверие клиента. На практике *8D* применяется, прежде всего, при обработке рекламаций клиентов, но также и в случаях, когда бракованная продукция до клиента не дошла, но у производителя нет чёткого представления, почему брак возник и что необходимо сделать, чтобы гарантированно не допустить повторения данного вида брака в будущем. Для заполнения результатов метода обычно используют типовой бланк, но компании вправе составить стандартный бланк для своего производства [1, с. 267].

Методика 8D содержит следующие шаги:

1 шаг (D1) – Формирование рабочей группы по решению проблемы.

2 шаг (D2) – Подробное описание дефекта.

3 шаг (D3) – Определение срочных мероприятий.

4 шаг (D4) – Определение причин возникновения данного дефекта.

5 шаг (D5) – Формулировка и проверка корректирующих действий.

6 шаг (D6) – Внедрение корректирующих действий и отслеживание их результативности.

7 шаг (D7) – Предупреждающие действия с целью недопущения повторного возникновения дефектов.

8 шаг (D8) – Оценка результативности работы рабочей группы 8D.

Как и в любом методе, у метода 8D есть свои достоинства и недостатки, которые представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Достоинства и недостатки метода 8D**

Достоинства	Недостатки
1. Эффективный метод для устранения причин возникновения дефекта, за счёт того, что рамках метода 8D проводится доскональное изучение системы, в которой возникло несоответствие, и предотвращение возникновения подобного явления в будущем	1. Обучение данной методике обычно трудоёмко, т. к. требует обучения по использованию других инструментов качества
2. Улучшает контроль над качеством поставок	2.Требует жёстких сроков реализации этапов (шагов)
3. Уменьшает риск появления новых дефектов	

В данной статье предложена к применению методика 8D, являющаяся высокоэффективным средством для отыскания коренных причин несоответствий и применения корректирующих мероприятий, а также позволяющая досконально изучить систему, в которой возникло несоответствие, и предотвратить возникновение подобного явления в будущем. В соответствии с рис. 1, приведён пример оформления типового бланка 8D, состоящего из восьми секций, каждая из которых определяет свою дисциплину.

По результатам данного отчета можно отметить следующее:

1. Была сформирована команда. Руководителем был назначен начальник отдела по качеству – Ширяев С. С.

2. Была дана характеристика проблемы – «Смещение кромок». Названа причина необнаружения – «Пропуск дефекта оператором линии».

3. Была определена локализация проблемы – проведена срочная проверка на складах (100 % контроль готовых изделий).

4. Были определены коренные причины возникновения дефекта – «Некорректная наладка роликов». Определены последствия дефекта – «Несоответствующая сварка». В качестве метода анализа был выбран – «Мозговой штурм».

8D №		ОТЧЁТ ПО РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ - 8D			
		E-mail/факс для отправки отчета:		vtr@yandex.ru	
1. Наименование поставщика:		ООО "Марчегалия РУ"	3. Наименование изделия:	DIN 11830-8D-40*1-TC-1.4301	
2. Потребитель:		ООО "Рострубы"	4. Дата начала 8D:	17.03.2015 г.	
			5. № партии/накладной:	35-2015	
6. Основание (вход., внутр. документ, дата):		Уведомление №23 от 16.03.2015 г.	7. Первичное описание проблемы (из уведомления):	Смещение кромок	
<b>D1</b>	<b>Формирование команды</b>	Фамилия, Инициалы:	Должность:	Телефон /Факс:	E-mail:
8. Руководитель группы 8D:		Ширяев С.С.	Начальник отдела качества	54-52-13	shiryaev@marcegaglia.ru
9. Участники команды:		Палачев О.А.	Гл. инженер	54-50-42	
		Мишарин А.М.	Гл. механик	54-40-13	
		Статус одобрения		<input checked="" type="checkbox"/> Одобрен	<input type="checkbox"/> Отклонен
<b>D2</b>	<b>Характеристика проблемы</b>				
10. Тренд дефекта:		<input checked="" type="checkbox"/> 1-ый случай	<input type="checkbox"/> 2-й случай	<input type="checkbox"/> более 2-х случаев	
11. Акт(ы) исследования дефекта №:		№ 21-2			
12. Описание дефекта:		Смещение кромок			
13. Причина необнаружения:		Пропуск дефекта оператором линии			
14. Количество забракованных изделий:		5			
15. Место обнаружения дефекта (вх. контроль, конвейер, гарантия, т.п.):		Входной контроль			

Рис. 1. Форма отчёта 8D

Продолжение рисунка 1

D3		Локализация проблемы			
16. Срочные действия в производстве:		Примечание	Проверено, шт.	Брак, шт.	
Срочная проверка задела:					
Срочная проверка на складах:		100% контроль готовых изделий	75	5	
Прочее:					
17. Статус одобрения этапов D1-D3:		<input checked="" type="checkbox"/> Одобрен		<input type="checkbox"/> Отклонен	
D4		Определение и подтверждение причин			
Потенциальный отказ:		Смещение кромок			
18. Коренные причины возникновения дефекта:		19. Последствия дефекта:			
Некорректная наладка роликов		Несоответствующая сварка			
Метод анализа :		Мозговой штурм			
D5	D6	Разработка и внедрение корректирующих действий			
20. Причина (D5)	21. Действия (D6)	22. Срок (план) (D5)	23. Дата внедрения		
Смещение кромок	Проверка с использованием струны	до 19.03.2015 г.			
	Проверка положения кромок после саврки	до 19.03.2015 г.			
	Разрушающие тесты	до 19.03.2015 г.			
24. Ответственный:	Начальник отд. качества				
25. Метод оценки результативности действий (D5):	26. Дата оценки (план) (D5)	27. Ответ. за проверку (D5)	28. Дата оценки (факт) (D6)	29. Заключение о результативности (D6)	
Выборочный контроль изделий	19.03.2015	Начальник отд качества	19.03.2015 г.	Дефект не повторялся	
Выборочный контроль изделий	19.03.2015	Начальник отд качества	19.03.2015 г.	Дефект не повторялся	
Испытания изделий	19.03.2015	Начальник отд качества	19.03.2015 г.	Дефект не повторялся	
30. Статус одобрения этапов D4-D5:		<input type="checkbox"/> Одобрен		<input type="checkbox"/> Отклонен	

Продолжение рисунка 1

<b>D7</b>		Предупреждающие действия (изменение документации и распространение действий)		
Изменить документ	№ док-та	Исполнитель	Дата	Примечание
<input type="checkbox"/> Внесение изменений в НТД				
<input checked="" type="checkbox"/> Внесение изменений в технологический процесс	№ 42-2/15	Начальник отд качества	24.03.15г	
<input checked="" type="checkbox"/> Внесение изменений в инструкцию		Начальник отд качества	24.03.15г.	
<input checked="" type="checkbox"/> Прочее				
<input checked="" type="checkbox"/> При наличии вносятся изменения в: FMEA, План управления, Карта потока процессов, РИ оператора, РИ контролера, РИ наладчика, Чек-лист по вн аудиту, Планировки		Начальник отд качества	24.03.15г.	
31. Распространить на процесс/продукт			32. Руководитель проекта	33. № плана действий
Наименование		№ чертежа		
<b>D8</b>		Оценка проделанной работы (признание результатов)		
		Общая оценка результативности работы:		
		<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
		<input type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 5	
34. Потенциальный отказ:				
35. Анализ 8D эффективен?:		<input checked="" type="checkbox"/> Да	<input type="checkbox"/> Нет	
Статус одобрения этапов D6-D8:		<input checked="" type="checkbox"/> Одобрен <input type="checkbox"/> Отклонен		
Дата завершения анализа 8D:		05.04.2015 г.		
Руководитель команды:		Ширяев С.С. (Нач.отд. качества)		

5. Были разработаны корректирующие действия – «Проверка с использованием струны», «Проверка положения кромок после сварки», «Разрушающие тесты».

6. Были внедрены корректирующие действия, которые показали, что дефект в процессе производства не повторялся.

7. Были разработаны предупреждающие действия – Изменение документации и распространение действий.

8. На заключительном этапе анализа была дана оценка проделанной работе.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Павлюк А. К. Анализ применения методики 8D на российских предприятиях [Текст] / А. К. Павлюк, Н. И. Меркушева // Молодой ученый. – 2015. – № 1. – С. 267-269.
2. Бережливое производство. [Электронный ресурс]. URL: [http://лининфо.рф/publ/metod\\_8d/1-1-0-31](http://лининфо.рф/publ/metod_8d/1-1-0-31) (дата обращения 15.11.2019).

УДК 658.562

*Д. Ю. Орлов, К. В. Сурганова (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ПАРЕТО-АНАЛИЗ ВИДОВ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ОТКАЗОВ СВАРНЫХ ТРУБ ГЛУШИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ**

Диаграмма Парето – это инструмент, позволяющий распределить усилия для разрешения возникающих проблем и выявить основные причины, с которых нужно начинать действовать.

В 1897 году экономист В. Парето (1845 – 1923 гг.) предложил формулу, показывающую, что блага распределяются равномерно. Эта же теория была проиллюстрирована американским экономистом М. Лоренцом в 1907 году на диаграмме. Оба ученых показали, что в большинстве случаев наибольшая доля доходов или благ принадлежит небольшому числу людей. Закон Парето – 80/20 (например, 80 % брака изделий вызвано 20 % причин).

Доктор Д. М. Джуран использовал этот постулат для классификации проблем качества на: немногочисленные, но существенно важные и многочисленные, несущественные и назвал этот метод анализом Парето. Согласно этому методу в большинстве случаев подавляющее число дефектов и связанных с ними материальных потерь возникает из-за относительно небольшого числа причин. Таким образом, выяснив причины появления основных дефектов, можно устранить почти все потери, сосредоточив усилия на ликвидации именно этих причин. Анализ Парето – это инструмент, позволяющий объективно представить и выявить основные факторы, влияющие на исследуемую проблему и распределить усилия для её решения. Анализ Парето применяется как для выявления проблем, или острых вопросов, так и для анализа причин, вызывающих эти проблемы. Поэтому различают два вида диаграмм Парето: по результатам деятельности и по причинам [1].

Диаграмма Парето по результатам деятельности предназначена для выявления основной проблемы, которая вызывает следующие нежелательные результаты деятельности:

- Качество – несоответствия, ошибки, рекламации, ремонт, возврат продукции;
- Себестоимость – объём потерь, затраты;
- Сроки поставок – нехватка запасов, ошибки в составлении счётов, срыв сроков поставок;
- Безопасность – несчастные случаи, аварии.

Диаграмма Парето по причинам показывает причины проблем, возникающих в производстве, и используется для выявления главной из них:

- Исполнитель работы – смена, бригада, возраст, опыт работы, квалификация;
- Оборудование – станки, оснастка, инструменты, штампы и т.д.;
- Сырьё – изготовитель, вид сырья, партия;
- Метод работы – условия производства, приёмы работы, последовательность операций;
- Измерения – точность, воспроизводимость, стабильность, тип измерительного прибора.

Анализ Парето, включает следующие этапы:

1. Определение цели. Цель должна быть сформулирована точно и чётко. Устанавливается метод и период сбора данных.
2. Организация и проведение наблюдений. Разрабатывается контрольный листок для регистрации данных с перечнем видов собираемой информации.
3. Анализ результатов наблюдений, выявление наиболее значимых факторов.

Разрабатывается бланк таблицы для данных, предусматривающий в нём граф для итогов по каждому проверенному признаку в отдельности, накопленной суммы числа дефектов, процентов к общему итогу и накопленных процентов.

При этом необходимо располагать данные, полученные по каждому фактору, в порядке значимости и заполнять таблицу, учитывая группу «Прочие», вписывая её в последнюю строку.

4. Построение диаграммы, наглядно показывающей относительную значимость каждого из факторов. Строится столбчатый график, где каждому виду брака соответствует прямоугольник, вертикальная строка кото-

рого соответствует значению суммы потерь от этого вида брака (основания всех прямоугольников равны).

5. Построение графика Парето. Чертится кумулятивная кривая, соединяющая правые концы каждого интервала между собой отрезками.

При построении диаграмм Парето необходимо обращать внимание на следующие моменты:

- диаграмма Парето оказывается наиболее эффективной, если число факторов, размещаемых по оси абсцисс, составляет 7-10;

- при обработке данных необходимо проводить их расслоение по отдельным факторам, которые должны быть хорошо известны: время сбора данных, тип изделий, партия сырья материалов или комплектующих, процесс, руководитель, клиент, станок, оператор и т.д.;

- при построении диаграммы Парето для числа случаев (процента) в случае возможности подсчёта суммы затрат следует отражать на диаграмме Парето также и сумму затрат (потерь);

- в том случае, когда все столбики на диаграмме Парето оказываются одной высоты, т.е. разницы во вкладе отдельных факторов в появлении брака нет, то равномерность распределения вклада факторов в появлении брака может быть обусловлена неправильным подходом к расслоению, поэтому в таких случаях при расслоении следует проверить данные или собрать новые;

- в случае, когда фактор «Прочие» оказывается слишком большим по сравнению с другими факторами, следует повторить анализ содержания фактора «Прочие», а также вновь проанализировать все факторы;

- если фактор стоящий первым по порядку, технически труден для анализа, следует начать с анализа, следующего за ним;

- если обнаруживается фактор, в отношении которого легко провести улучшение, то его следует проводить, не обращая внимания на его место в порядке расположения факторов в диаграмме;

- при систематическом ежемесячном составлении диаграмм Парето для одного и того же процесса и сравнения этих диаграмм в некоторых случаях, несмотря на отсутствие заметных изменений общего количества брака, меняют порядок расположения факторов влияющих на появление брака. При нарушении стабильности процесса в этом случае нестабильность будет сразу замечена. Если удаётся уменьшить влияние этих факторов в одинаковой степени, проявится высокая эффективность улучшения.

После проведения выработанных на основе анализа данных мероприятий обычно проводится повторный анализ с целью оценки эффектив-

ности принятых мер. При этом повторяется вся процедура построения диаграммы Парето, и новые результаты сравниваются с данными, полученными ранее [2].

Для проведения анализа видов потенциальных отказов процесса изготовления сварных труб при помощи диаграммы Парето была составлена таблица на основе FMEA анализа с приоритетным числом рисков по процессам, в соответствии с таблицей 1, затем были сформированы исходные данные для построения диаграммы Парето, в соответствии с таблицами 2, 3, 4, 5 и построены соответствующие диаграммы Парето, в соответствии с рисунками 1, 2, 3, 4.

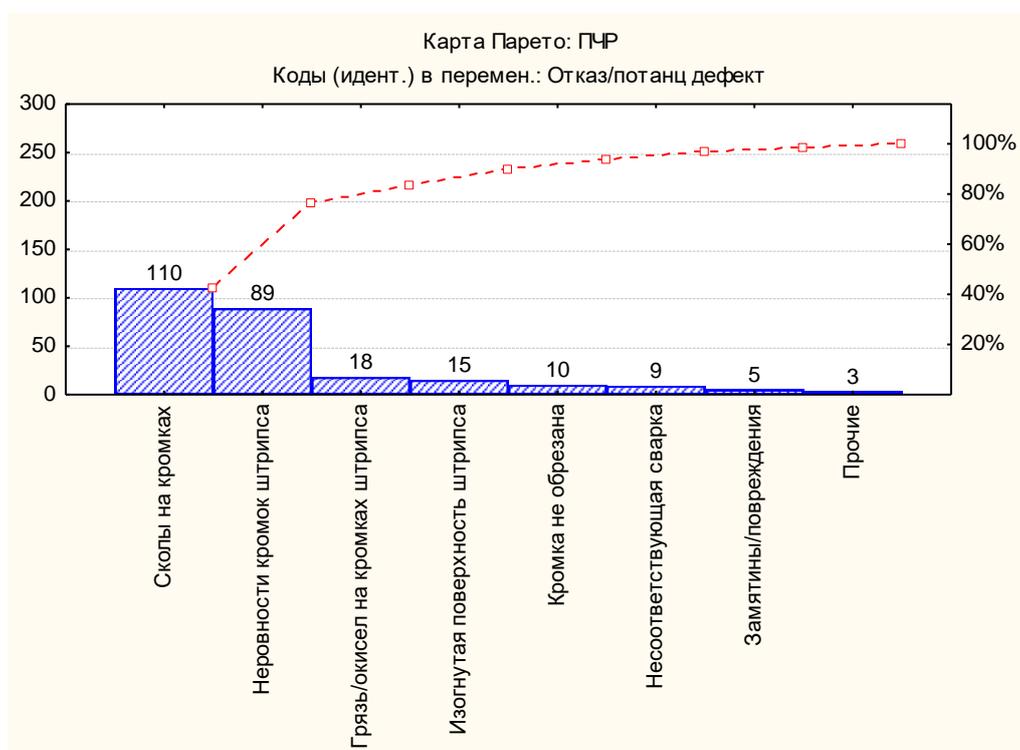
**Таблица 1 – Приоритетное число рисков по процессам**

Этап процесса	Отказ/ потенциальный дефект	ПЧР
1 Загрузка штрипсов на линию	1 Грязь/окисел на кромках штрипса	18
	2 Сколы на кромках	110
	3 Неровности кромок штрипса	89
	4 Изогнутая поверхность штрипса	15
	5 Кромка не обрезана	10
	6 Несоответствующая сварка	9
	7 Заматины/повреждения	5
	8 Прочие	3
2 Формовка штрипса	1 Следы от роликов	205
	2 Попадание эмульсии на кромки штрипса	15
	3 Смещение кромок (несоответствующая сварка)	98
	4 Смещение кромок (наложение)	38
	5 Недостаточное профилирование	10
	6 Избыточное количество материала при формовке	7
	7 Прочие	4
3 Сварка	1 Смещение кромок	20
	2 Недостаточное давление	14
	3 Избыточное давление	18
	4 Некорректное позиционирование	211
	5 Недостаточное охлаждение водой	20
	6 Неверный размер	12
	7 Некорректная наладка	12
	8 Несоответствующая плоскость/поверхность	138
	9 Утечки в газовом боксе	4
	10 Прочие	3
4 Резка	1 Некорректная установка	12
	2 Некорректная работа ножей	150
	3 Отказ системы смазки ножей <sup>1</sup>	20
	4 Отказ системы смазки ножей <sup>2</sup>	23
	5 Неправильная регулировка входного ролика	50
	6 Прочие	9

Приоритетное число рисков процесса по этапу «Загрузка штрипсов на линию»

**Таблица 2 – Исходные данные для построения диаграммы Парето**

Вид дефекта	ПЧР (дефект)	Сумма дефекта	% дефектов	Кумулятивный % дефектов
Сколы на кромках	110	110	42	42
Неровности кромок штрипса	89	199	35	77
Грязь/окисел на кромках штрипса	18	217	7	84
Изогнутая поверхность штрипса	15	232	6	90
Кромка не обрезана	10	242	3	93
Несоответствующая сварка	9	251	4	97
Замятины/повреждения	5	256	2	99
Прочие	3	259	1	100



**Рис. 1. Исследование видов потенциальных отказов при производстве сварных труб на этапе «Загрузка штрипсов на линию»**

Вывод: на диаграмме виден эффект Парето, т.е. большинство дефектов находится в первых двух категориях. Основные работы должны быть направлены на устранение дефектов в категориях носящих максимальный вклад: «Сколы на кромках», «Неровности кромок штрипса».

В результате полученных данных установлено, что:

1. Причиной «Сколов на кромках» является «Наличие сколов на ножах слиттера, затупившиеся лезвия». Действия по улучшению – Перед выдачей на линию осуществлять проверку и обслуживание ножей.

2. Причиной «Неровности кромок штрипса» является «Неправильная регулировка ножей». Действия по улучшению – Регулировка спейсеров.

Приоритетное число рисков процесса по этапу «Формовка штрипса»

**Таблица 3 – Исходные данные для построения диаграммы Парето**

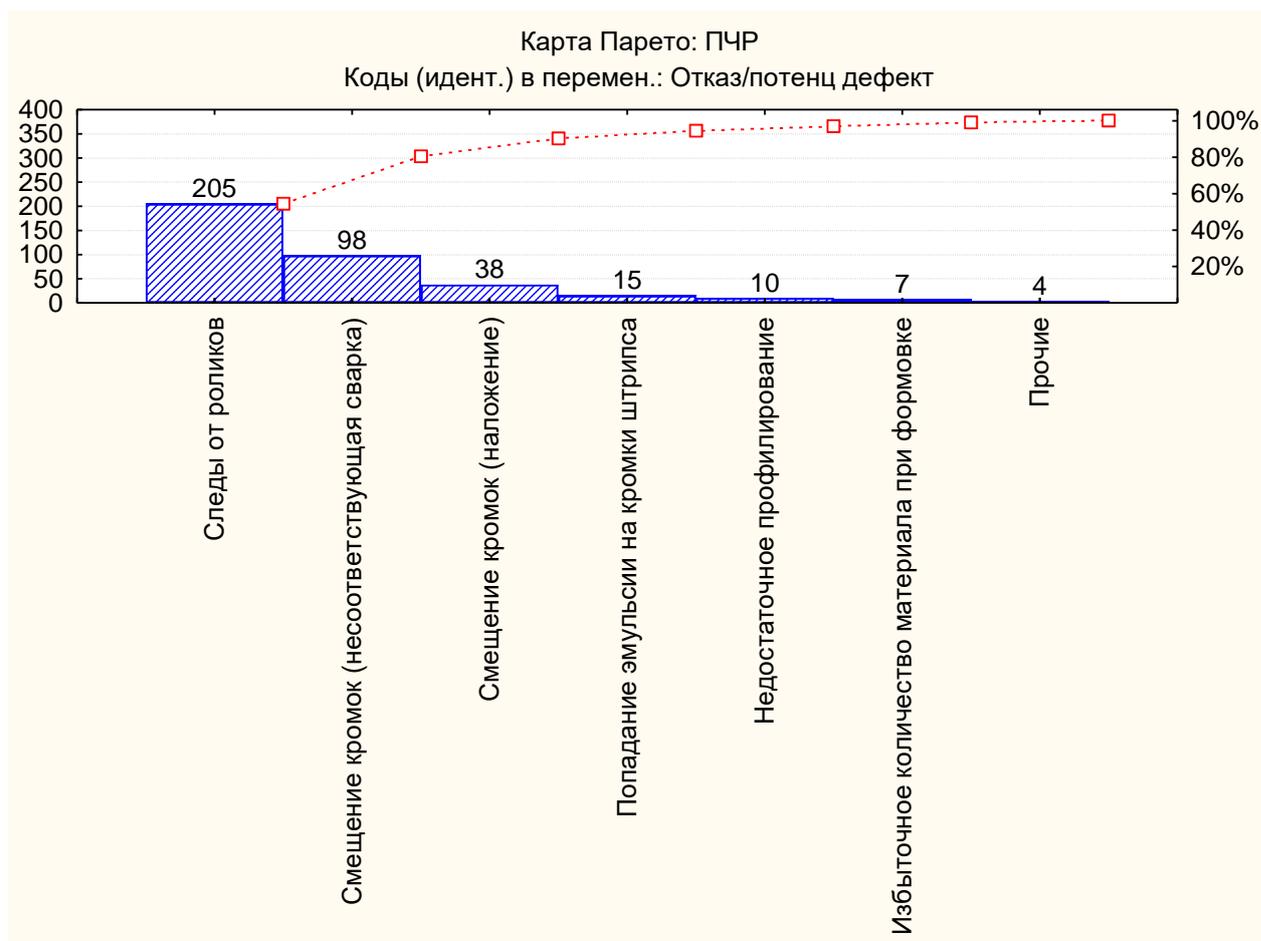
Вид дефекта	ПЧР	Сумма дефекта	% дефектов	Кумулятивный % дефектов
Следы от роликов	205	205	54	54
Смещение кромок (несоответствующая сварка)	98	303	26	80
Смещение кромок (наложение)	38	341	10	90
Попадание эмульсии на кромки штрипса	15	356	4	94
Недостаточное профилирование	10	366	3	97
Избыточное количество материала при формовке	7	373	2	99
Прочие	4	377	1	100

Вывод: на диаграмме виден эффект Парето, т.е. большинство дефектов находится в первых двух категориях. Основные работы должны быть направлены на устранение дефектов в категориях носящих максимальный вклад: «Следы от роликов», «Смещение кромок (несоответствующая сварка)».

В результате полученных данных установлено, что:

1. Причиной «Следов от роликов» является «Некорректная концентрация эмульсии». Меры по обнаружению – Контроль рефрактометром.

2. Причиной «Смещения кромок (несоответствующая сварка)» является «Смещение штрипса относительно оси на входе в первый формующий ролик». Меры по обнаружению – Разрушающие и неразрушающие тесты в соответствии с Планом Управления.

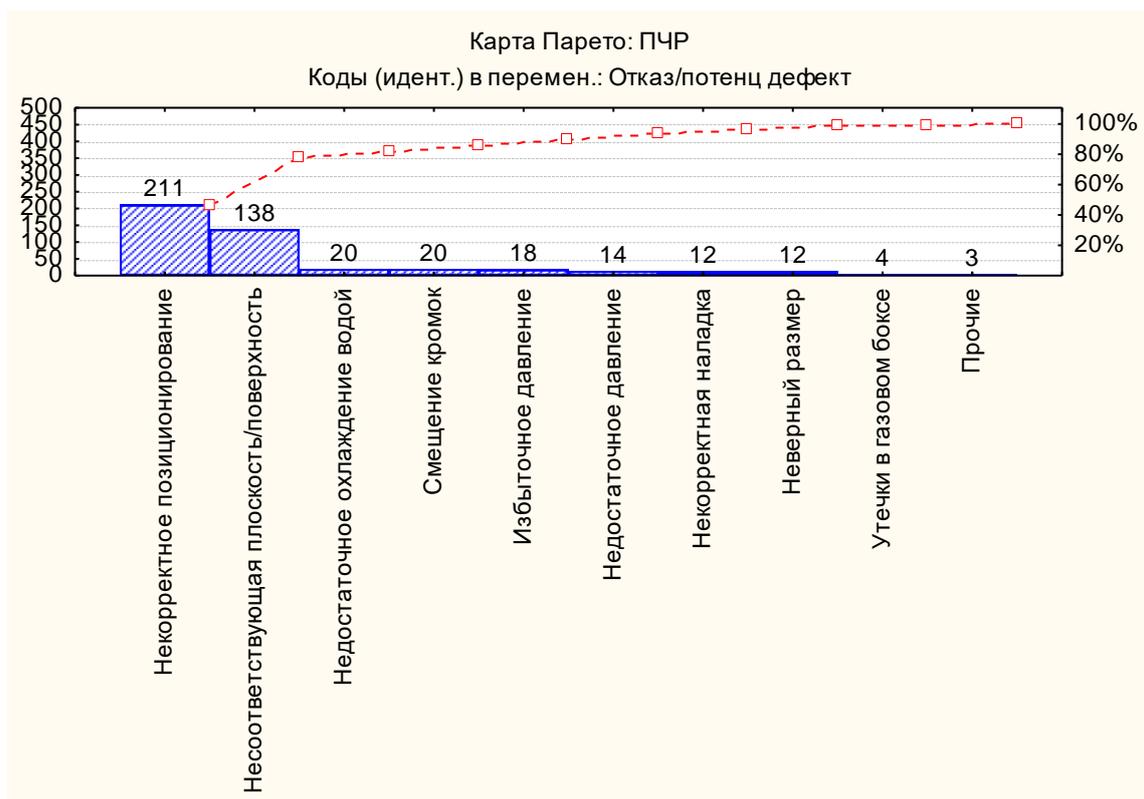


**Рис. 2. Исследование видов потенциальных отказов при производстве сварных труб на этапе «Формовка штрипса»**

Приоритетное число рисков процесса по этапу «Сварка»

**Таблица 4 – Исходные данные для построения диаграммы Парето**

Вид дефекта	ПЧР	Сумма дефекта	% де-фектов	Кумулятивный % дефектов
Некорректное позиционирование	211	211	47	47
Несоответствующая плос-кость/поверхность	138	349	30	77
Недостаточное охлаждение водой	20	369	5	82
Смещение кромок	20	389	4	86
Избыточное давление	18	407	4	90
Недостаточное давление	14	421	3	93
Некорректная наладка	12	433	3	96
Неверный размер	12	445	2	98
Утечки в газовом боксе	4	449	1	99
Прочие	3	452	1	100



**Рис. 3. Исследование видов потенциальных отказов при производстве сварных труб на этапе «Сварка»**

Вывод: на диаграмме виден эффект Парето, т.е. большинство дефектов находится в первых двух категориях. Основные работы должны быть направлены на устранение дефектов в категориях носящих максимальный вклад: «Некорректное позиционирование», «Несоответствующая плоскость/поверхность».

В результате полученных данных установлено, что:

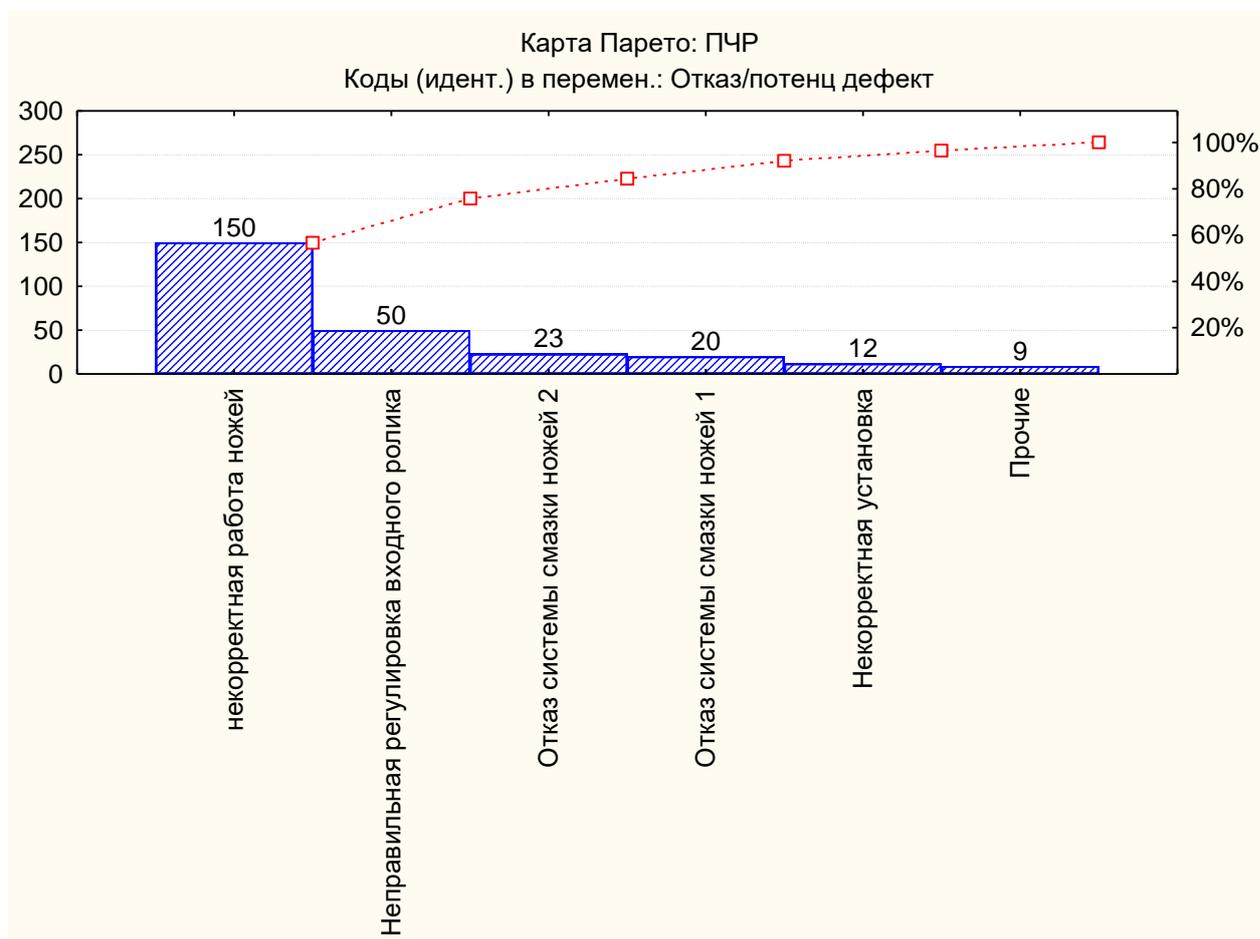
1. Причиной «Некорректного позиционирования» является «Ток не сконцентрирован на кромках штрипса». Меры по обнаружению – Разрушающие и неразрушающие тесты в соответствии с Планом Управления.

2. Причиной «Несоответствующей плоскости/поверхности» является «Некорректное усилие прижима устройства для снятия грата». Меры по обнаружению – Визуально.

## Приоритетное число рисков процесса по этапу «Резка»

**Таблица 5 – Исходные данные для построения диаграммы Парето**

Вид дефекта	ПЧР	Сумма дефекта	% де-фектов	Кумулятивный % дефектов
Некорректная работа ножей	150	150	57	57
Неправильная регулировка входного ролика	50	200	19	76
Отказ системы смазки ножей 2	23	223	8	84
Отказ системы смазки ножей 1	20	243	8	92
Некорректная установка	12	255	5	97
Прочие	9	264	3	100



**Рис. 4. Исследование видов потенциальных отказов при производстве сварных труб на этапе «Резка»**

Вывод: на диаграмме виден эффект Парето, т.е. большинство дефектов находится в первых двух категориях. Основные работы должны быть

направлены на устранение дефектов в категориях носящих максимальный вклад: «Некорректная работа ножей», «Неправильная регулировка входного ролика».

В результате полученных данных установлено, что:

1. Причиной «Некорректной работы ножей» является «Несоответствующая толщина ножей». Меры по обнаружению – Проверить параметры установки.

2. Причиной «Неправильной регулировки входного ролика» является «Ошибка оператора». Меры по обнаружению – Проверить позиционирование относительно центральной оси.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кумэ, Х. Статистические методы повышения качества: Пер. с англ. / Под ред. Х. Кумэ. – М: Финансы и статистика, 2010. – 304 с.: ил.
2. Глудкин, О. П., Горбунов, Н. М., Гуров, А. И., Зорин, Ю. В. Всеобщее Управление качеством: Учебник для вузов / под ред. Глудкина О. П. – М: Горячая линия – Телеком, 2001. – 600 с.

УДК 658.562

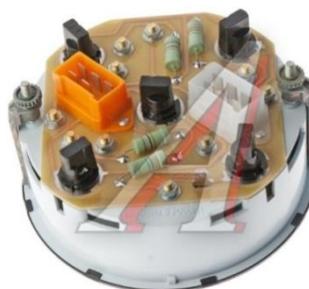
*Ю. А. Орлов, Д. Ю. Орлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **8D-АНАЛИЗ НЕТОЧНОСТИ ПОКАЗАНИЙ ЛОГОМЕТРИЧЕСКИХ УКАЗАТЕЛЕЙ**

В процессе производства комбинации приборов, которая изготавливается для автомобилей КамАЗ (№ 283.3801, ОАО «Автоприбор»), возникла проблема относительно большого числа дефектов, приводящих к недовольным показаниям логометрических указателей (рис. 1).



*Вид спереди*



*Вид сзади*

**Рис. 1. Комбинация приборов 283.3801**

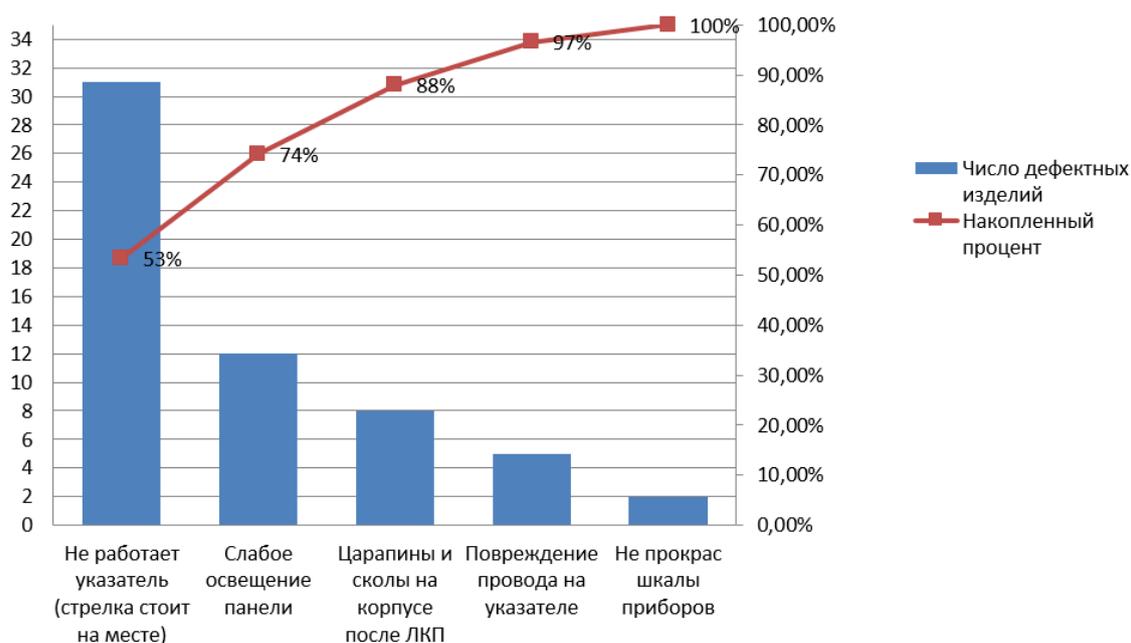
Авторами исследования предлагаются механизмы решения этой проблемы на основе метода 8D.

Отразим выявленные дефекты комбинации приборов с помощью диаграммы Парето (рис. 2).

Как видно из диаграммы Парето основной вид дефектов – «Не работает указатель (стрелка стоит на месте)», что составляет 53 % от общего числа дефектов. Для выявления причины их появления, проведём 8D-анализ [1].

### **D0 – Определение проблемы**

На данном этапе были проанализированы все возможные виды дефектов продукции. Из диаграммы Парето видно, что основным видом дефектов является то, что указатели датчиков стоят на месте, которые составляют от общего числа дефектов 53 %. Поэтому в первую очередь необходимо выяснить причину этого дефекта.



**Рис. 2. Выявленные дефекты комбинации приборов (Парето-анализ)**

### **D1 – Команда**

Команда должна состоять из представителей различных подразделений, отвечающих за производство данной продукции, а именно: отдел закупок, технолог, конструктор, инженер по качеству и представитель высшего руководства, отвечающий за производственный процесс.

Члены команды имеют полное представление и знание о продукции и процесса, способны применять различные методы для выявления несоответствий. Они наделены временными ресурсами, обладают достаточной квалификацией компетентностью.

## **D2 – Описание проблемы**

Самый обширный, трудоёмкий, основной и важный раздел. Необходимо понять и описать возникшую проблему. Для описания проблемы были выделены три элемента:

- Объект – готовый продукт (комбинация приборов);
- Предмет проблемы – (не работает указатель датчика);
- Количество – 31 шт. с начала года.

На данном этапе был применен метод *5W+1H*. Опишем, с помощью данного метода возникшую проблему (табл. 1)

**Таблица 1 – Этапы применения метода *5W+1H***

<b>Кто?</b>	Кто первый обнаружил проблему? – Потребитель завода КамАЗ Кто несёт ответственность за произошедшее? – Отдел обеспечения качества продукции и отдел испытаний. Кто затронут проблемой? – Готовая продукция.
<b>Что?</b>	С какой другой проблемой связана эта? – С организацией производственного процесса. Что, или какой тип проблемы? – Указатели датчика стоят на месте и не считывают показания приборов. Масштаб проблемы? – Забраковано 31 изделие с начала года. Что произойдёт если проблема не решится? – снизиться качество продукции, которая отвечает за безопасность водителя транспорта, на котором установлен прибор. Соответственно у потребителя снизиться доверия к заводу, тем самым потребитель не будет заказывать у нас продукцию. Снижение конкурентоспособности.
<b>Где?</b>	Где проблема обнаружена? – У потребителя. Где проблема возникла? – В гарантийный период эксплуатации потребителем.
<b>Когда?</b>	Когда впервые обнаружилась проблема? – Обнаружена потребителем 30.03.18 в момент эксплуатации. Когда была получена информация о несоответствии? – Информация поступила на завод изготовитель в качестве рекламационного акта 30.03.18.
<b>Как?</b>	Как проблема была признана таковой? – На стадии гарантийной эксплуатации была признана причина, в виде отказа указателей датчиков комбинации приборов. Как эта проблема затрагивает работу предприятия? – Напрямую. Если эта проблема была раньше, как с ней боролись? – Никаких решений ранее не предпринималось, так как потребитель раньше не работал по гарантийной системе с заводом-изготовителем, и несоответствующая продукция на завод не отправлялась.
<b>Почему?</b>	Почему проблему не обнаружили раньше? – Недостаточный контроль готовой продукции, проблема появилась впервые в таком большом количестве. Почему не попытались решить проблему раньше? – Потому что раньше, выпущенная продукция не возвращалась от потребителя по гарантии.
<b>Итог</b>	Потребитель – КамАЗ. Несоответствующая продукция – неработоспособность логотметрического указателя. Проявляется – в гарантийный период эксплуатации. Количество 31 шт. с начала года.

После того, как забракованная продукция возвращается на завод, она отправляется в ЛАРИ (лаборатория анализа рекламационный изделий). В лаборатории проводится анализ на наличие дефекта участниками команды, которая состоит из 5 человек. После анализа устанавливается дефект обнаруженный комиссией, причина его возникновения, а также детальная причина возникновения. На рис. 3 представлен фрагмент документа «Постановление анализа о наличии дефекта».

№	Реквизиты места <u>збракования</u> транспортного средства	Изделие	Кол -во	Дефект, установленный потребителем	Дефект, обнаруженный комиссией	Причина возникновения дефекта	Детальная причина возникновения дефекта
1	Караганда ТОО «Карагандинский центр обслуживания»	283.3801 Комбинация приборов 14.09.2017	31	Не работает указатель датчика давления	Не работает указатель датчика давления	283.3801 Приемник указателя давления проворачивает оси стрелки во втулке-ограничителе	Не доработка конструкции узла

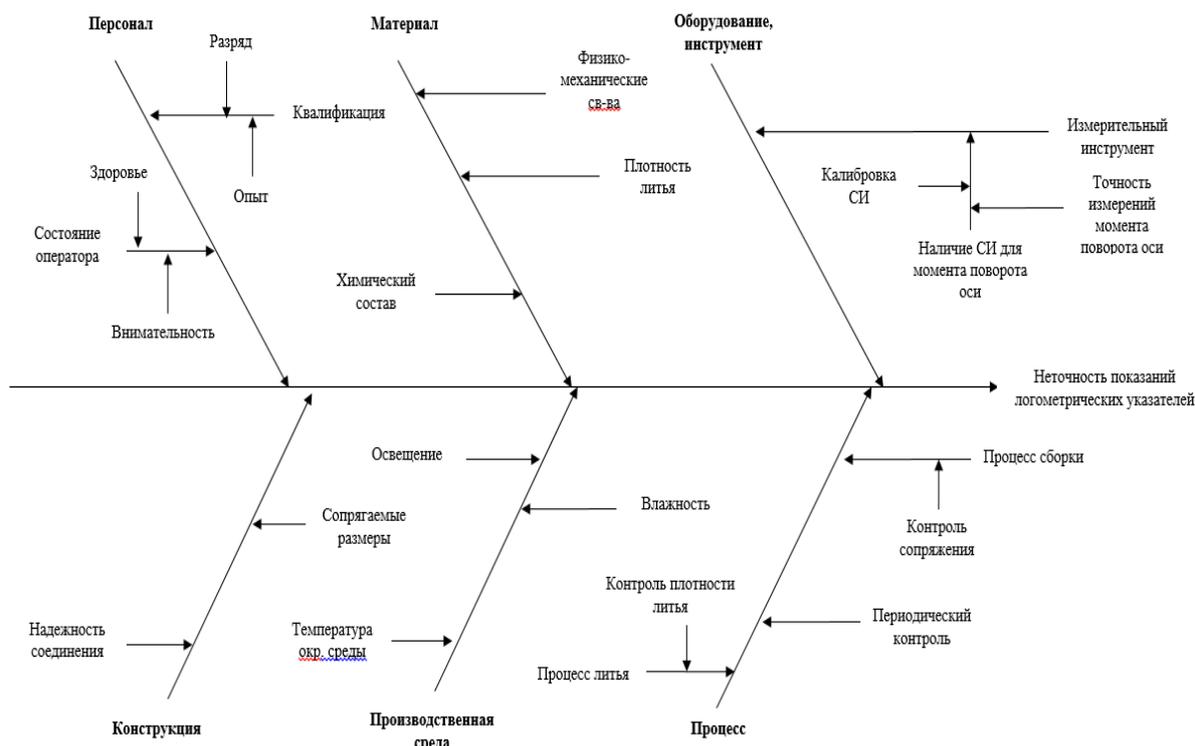
Рис. 3. Постановление анализа о наличии дефекта (фрагмент)

### **D3 – Определение временных мероприятий**

На данном этапе нужно определить – что необходимо сделать, чтобы не осталось дефектной или вероятно дефектной продукции. Сдерживающие действия (дополнительный 100 % контроль): метод контроля (в т.ч. инструмент) для сдерживания дефектов – 100 % контроль работоспособности логометрических указателей. Ввести испытания на сохранения логометрических указателей на упор не менее 1000 перемещений стрелки.

### **D4 – Определение и анализ потенциальных причин и мероприятий по их устранению**

Определение коренной причины. На данном этапе 8D команда должна провести исследования и анализ коренной причины несоответствия. Основная задача – понять, каким образом проблема не была обнаружена на стадии проекта, производства, сборки и отгрузки. Применяют семь методов управления качеством. Для того чтобы выяснить коренную причину появления дефекта, командой исследователей используя Диаграмму Исикавы, были рассмотрены все предполагаемые варианты из-за которых мог возникнуть данный дефект (рис. 4).



**Рис. 4. Анализ причин неточности логометрических указателей**

После мозгового штурма распределяются обязанности, для того, чтобы проверить каждую из возможных причин. В ходе проверок было установлено, что в процессе изготовления детали, имеет место плохой контроль плотности литья, а в процессе испытаний средство измерения, которым ведётся контроль момента поворота, не даёт точных показаний (табл. 2).

**Таблица 2 – Причины «необнаружения» дефекта**

1. Почему не обнаружили дефект?	Потому что недостаточный контроль момента поворота
2. Почему не достаточный контроль качества?	Потому что заложенное СИ не позволяет увидеть фактическое значение момента поворота
3. Почему СИ не позволяет увидеть максимальный момент поворота?	Потому что в СИ заложен максимально-допустимый момент в 0,09 Н·м и не снимает действительные показания величины
4. Почему в СИ заложен такой максимально-допустимый момент, который не позволяет снять точных показаний?	Потому что такое средство измерения было изготовлено технологом в соответствии с методом испытаний

Так же, как оказалось причиной возникновения дефекта является плохая надёжность сборочного узла, из-за которого возникает данный дефект.

Этот дефект заключён в сборочном узле «Ось с магнитом», который изображен на рис. 5 (проворачивание оси во втулке). Он проявляется таким образом, что на комбинации приборов стрелка указателя пролетает указанное парковое положение и уходит далеко за него, соответственно при таком дефекте невозможно считать показания прибора, что может привести к последующей поломке автомобиля. При испытаниях на разрушающем контроле моментом проворачивания оси во втулке-ограничителе данный дефект не проявлялся, соответственно данную продукцию отправляли потребителю. Но, как оказалось, данный дефект проявил себя в условиях эксплуатации комбинации приборов непосредственно у потребителя, и соответственно он был не доволен.

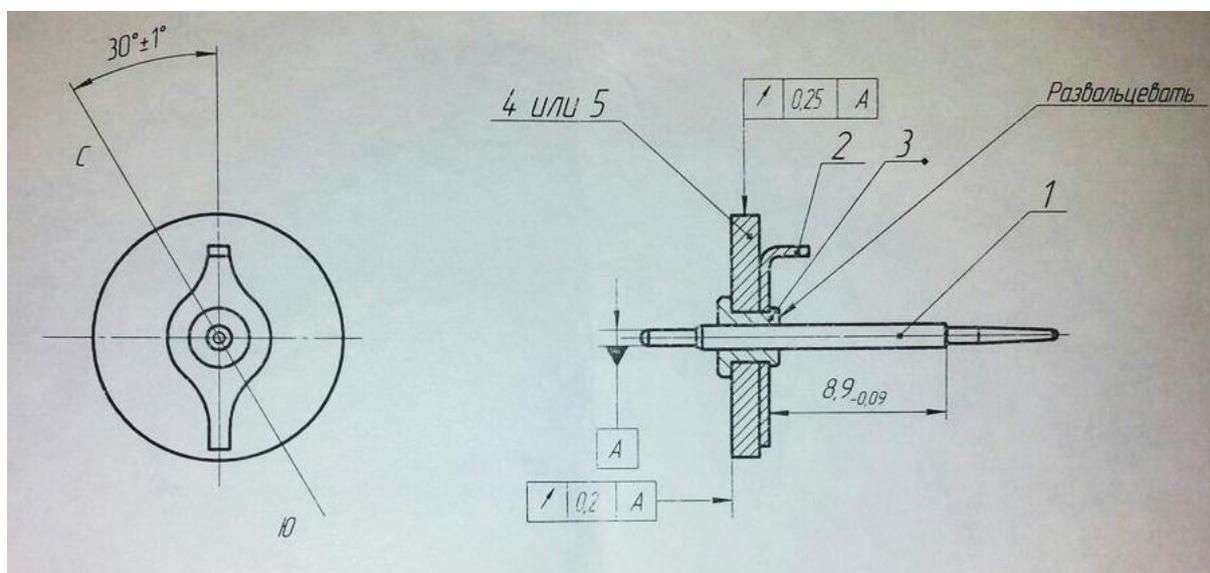


Рис. 5. Сборочный узел «Ось с магнитом»

### **D5 – Выбор и проверка корректирующих действий для коренной причины**

Данный пункт предусматривает выбор соответствующих корректирующих действий. До начала их внедрения должна быть достигнута уверенность, что данные действия будут эффективными и не создадут других, вторичных проблем. Как было выявлено ранее коренной причиной, снизившей качество продукции, является поворот оси стрелки во втулке-ограничителе. На основании проделанных работ командой были предложены следующие корректирующие действия:

- перейти на новую конструкцию узла оси с магнитом: заменить втулку-ограничитель из цинкового сплава на втулку из латунной проволоки и ограничитель из латунного листа.
- изготовить приспособление для контроля момента поворота оси во втулке с граммометром.

В результате были произведены изменения в конструкцию «Ось с магнитом». Покажем деталь, которая производилась до внесения изменений в конструкцию и после (табл. 3).

### **D6 – Внедрение и анализ корректирующих действий**

На данном шаге 8D следует уделить внимание плану внедрения корректирующих мероприятий.

а) план по внедрению:

- пересмотр закупочной документации и установление требований с целью сокращения риска: неточность показаний комбинации приборов;
- пересмотр плана осмотра сырья на входном контроле;
- пересмотр и выпуск новой редакции всех соответствующих документов;
- проведение обучения всего производственного персонала связанного с данными изменениями;
- пересмотр политики выбора поставщиков.

б) параметры выполнения плана по внедрению. Ежедневный доклад ответственных лиц на утреннем производственном совещании.

### **D7 – Изменение документации и распространение действий**

Разработать новую рабочую инструкцию для контролера, оператора и наладчика. Составить чек-лист по внутреннему аудиту.

Также в качестве предупреждающих действий было установлено:

- контроль производственного процесса;
- ужесточение входного контроля сырья;
- контроль состояния производственной среды, инфраструктуры;
- контроль параметров технологического процесса производства;
- производить лучше контроль испытаний;
- обучение персонала в связи с внесенными изменениями;

- анализ эффективности и регистрацию предпринятых действий по предупреждению.

**Таблица 3 – Сравнительный анализ сборочного узла «Ось с магнитом»**

<u>Было</u>	<u>Стало</u>
<p data-bbox="331 421 619 448">1) Втулка-ограничитель</p> 	<p data-bbox="922 421 1246 448">1) Втулка с ограничителем</p> 
<p data-bbox="212 902 738 965">2) Развальцованная втулка-ограничитель на магните</p> 	<p data-bbox="799 902 1369 965">2) Развальцованная втулка с ограничителем на магните</p> 

**Продолжение таблицы 3**

<u>Было</u>	<u>Стало</u>
<p data-bbox="215 277 734 342">3) Магнит со втулка-ограничитель напрессованный на ось стрелки</p> 	<p data-bbox="786 277 1385 342">3) Магнит со втулкой и ограничителем напрессованный на ось стрелки</p> 

**D8 – Подведение итогов**

На данном этапе работы, команда 8D подводит итоги проделанной работы, и составляют оценку эффективности результатов после проведенных изменений в период поставки продукции. На рис. 6 показана диаграмма Парето оценки эффективности результатов.

Таким образом можно сделать вывод, что после проведенной работы были внесены изменения в производственный процесс и испытания комбинации приборов, и после этих изменений на момент поставки продукции несоответствий не было выявлено.

Оценка результативности корректирующих мероприятий комбинаций приборов 283.3801010 по дефекту "Неточность показаний логометрических указателей из-за проворота оси во втулке-ограничителе" в гарантийный период

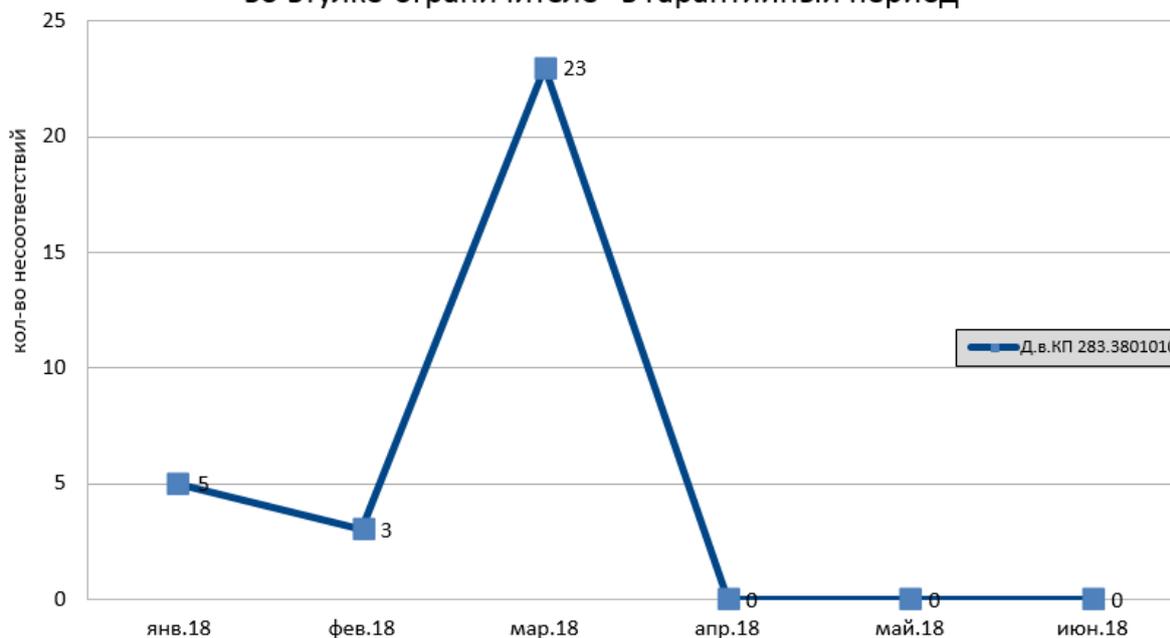


Рис. 6. Оценка результативности после внедрения изменений

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Павлюк А. К. Анализ применения методики 8D на российских предприятиях [Текст] / А. К. Павлюк, Н. И. Меркушева // Молодой ученый. – 2015. – № 1. – С. 267-269.

УДК 658.562

Ю. А. Орлов, Д. Ю. Орлов (Россия, г. Владимир, ВлГУ)

#### АНАЛИЗ ВИДОВ ДЕФЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЩЁТКИ СТЕКЛООЧИСТИТЕЛЯ

Для выявления причин плохой очистки стекол, рассмотрим в качестве примера, щётку стеклоочистителя, которая устанавливается на автомобиль Газель *Next*. Она имеет свой код: A21R23.5205900ГЧ.

Данная щётка является каркасной и состоит из:

- наконечника;
- 7 коромысел;
- 2 стальных пластин.
- каркаса;
- 7 шарниров;

Исходя из накопленного опыта и прошлых проверок щёток стеклоочистителя, были выявлены виды возможных дефектов:

- качество очистки;
- шум;
- испытания на наработку;
- устойчивость к коррозии;
- испытания на удар;
- работоспособность по сухому стеклу;
- прилегание к стеклу рабочей кромки;
- твёрдость и сопротивление к разрыву.

После проведения соответствующих испытаний результаты целесообразно представить в виде диаграммы исходя из следующих данных:

Виды дефектов	Кол-во дефектов из 100 проверенных, шт.
стойкость к омывающему раствору	0
устойчивость к коррозии	5
твёрдость и сопротивление к разрыву	2
прилегание к стеклу рабочей кромки	2
испытания на удар	3
работоспособность по сухому стеклу	2
испытания на наработку	5
шум	7
качество очистки	9

Построим диаграмму Парето (рис. 1):

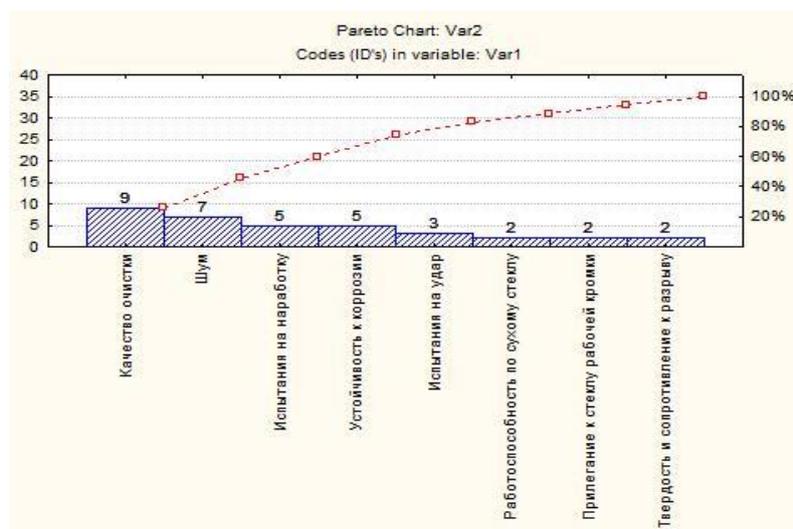


Рис. 1. Парето-анализ (диаграмма 1)

Из диаграммы видно, что больше всего дефектов приходится на качество очистки стекла, что подтверждается результатами испытаний.

Из портала, как я писал ранее, стало известно, что потребитель (ОАО ГАЗ) прислал рекламации на качество очистки стекла, что подтверждают 2 *MIS IPTV* (рис. 1) и 6 *MIS IPTV* (рис. 2) диаграммы.

Следовательно, проанализировав полученные данные, можно сделать вывод:

существует определённая доля брака, который связан с качеством очистки стекла. Это означает, что брак возникает из-за резиноленты низкого качества, т.к. количество прочих дефектов мало по сравнению с данным.

Отдел испытаний в ноябре 2016 года предложил заменить резиноленту *GYT A*, устанавливаемую на данные щетки стеклоочистителя, на *GYT B*, у которой показатели отличаются в лучшую сторону. Результатом этого являлось улучшение качества очистки стекла, что подтверждается результатами испытаний (диаграмма 2):

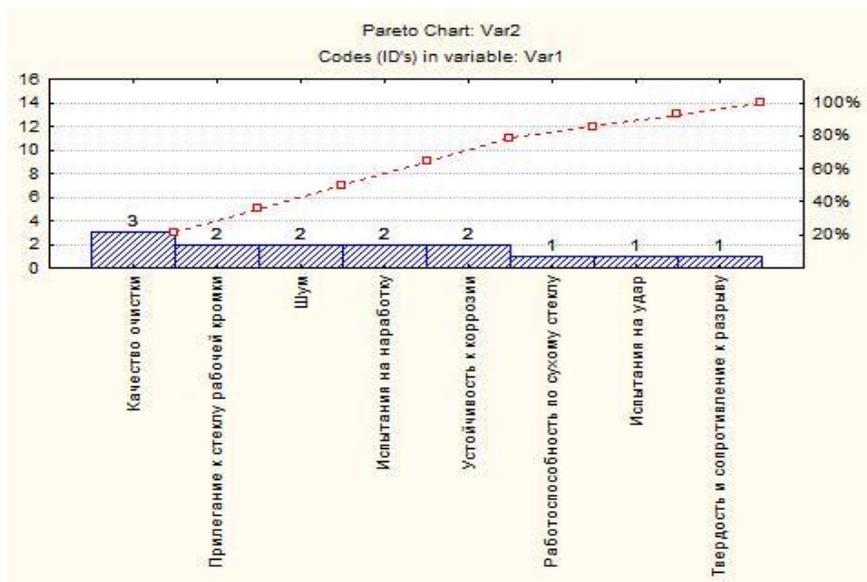


Рис. 2. Парето-анализ (диаграмма 2)

Результаты являются положительными, это значит, что предполагается на 2017 год кол-во брака снизится. Но это не так. Как и предполагалось, улучшения видны на диаграммах 2 *MIS IPTV* (диаграмма 1) и 6 *MIS IPTV* (диаграмма 2) (по сравнению с прошлыми годами за 2017 год), но количество некачественных щёток стеклоочистителя всё же выходило за предельно-допустимые нормы (2.5 для 2 *MIS* и 2.9 для 6 *MIS*).

Причину этого выявить не удалось. Поэтому для проведения анализа была создана команда из специалистов, которые, рассматривая диаграммы 2 *MIS IPTV* (диаграмма 1) и 6 *MIS IPTV* (диаграмма 2), заметили, что брак увеличивается в «холодные» месяцы года. Используя метод мозгового штурма, а так же классических методов анализа был выбран метод «5 почему?».

1. Почему после внесения изменений в конструкцию остался брак? – мы не можем знать.
2. Почему? – мы не видим это при испытаниях.
3. Почему? – испытания отличаются от испытаниях на ГАЗе (или реальных условий).
4. Почему? – невозможно повторить испытания (выполнить пункты из ТУ).
5. Почему? – недостаток оборудования или несовершенство проверки.

Исходя из данного метода, видно, что существует проблема несовершенства проверки, либо существует недостаток необходимого оборудования.

Проверку щёток стеклоочистителя на заводе ОАО «АвтоПрибор» проводят в отделе испытаний (рис 3).



**Рис. 3. Структура отдела испытаний**

Начальнику отдела приносят необходимые для проверки детали, объясняют причину проверки – плановую или необходимую (внеплановую).

Начальник, в свою очередь, передаёт задание инженеру по испытаниям, который с помощью помощника или без, выполняет его.

Процесс проверки щёток стеклоочистителя описан в ТУ А21R23.5205900ГЧ.

Для более детального понимания процесса проверки щёток стеклоочистителя нужно представить композицию и декомпозицию процесса.

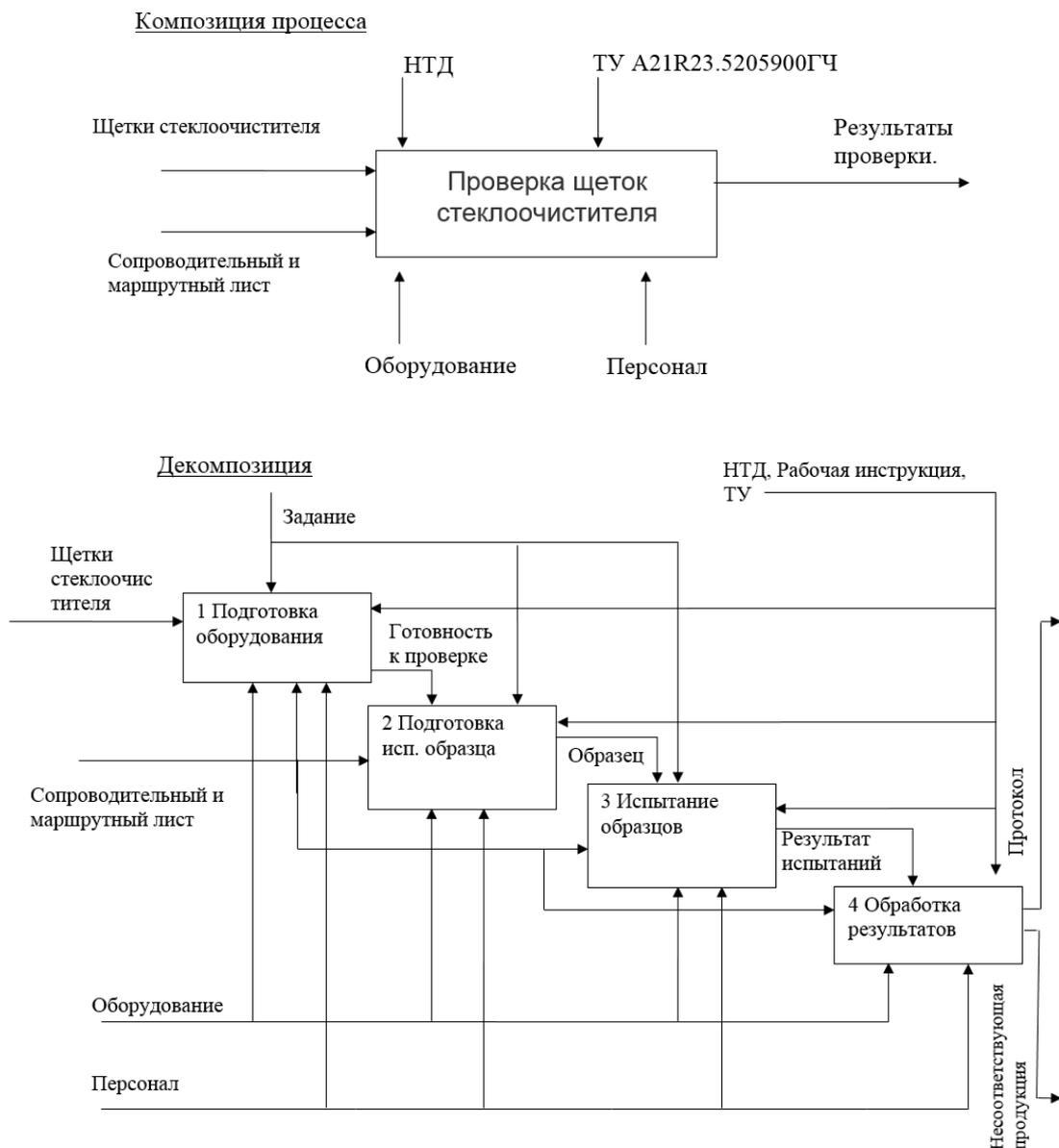


Рис. 4. Декомпозиция процесса «проверка щёток стеклоочистителя»

Так как брак остался и проявляется в холодные месяцы года, увидеть мы его при испытаниях не можем, значит, что необходимо подробнее осмотреть ТУ, связанные с изменением температуры, а так же со всеми комплектующими деталями, параметры которых меняются при понижении температуры.

Проверок, связанных с изменением температуры не много, если быть конкретным – 3:

- проверка при повышенной температуре окружающей среды;
- проверка при пониженной температуре окружающей среды;
- проверка при циклическом изменении температуры;
- интерес представляет в первую очередь проверка при пониженной температуре окружающей среды.

В ТУ сказано, что щётки помещаются в камеру, температура внутри которой  $-18^{\circ}\text{C}$ . Выдерживают в течение 3-5 часов. Извлекают из камеры и монтируют на стенд в течении 5 минут. Очиститель включают в работу на 2-2,5 мин. Далее проверяют качество очистки.

Можно предположить, что причина брака находится в этом пункте. Методы проверки отличаются от реальных. Его подпункты не являются актуальными:

1. Температура щёток после того, как мы их достали из камеры поднимается. Тем самым приближается к температуре в помещении.
2. При установке щёток на стенд после камеры мы берём их руками, тем самым нагреваем их.
3. При проверке непосредственно на самом стенде стекло будет иметь положительную температуру, тем самым нагревая щётки.
4. После того, как достают из камеры щётки, открыв при этом дверцу камеры, температура внутри повысилась. Очистители помещают в камеру холода и выдерживают при температуре минус  $18^{\circ}\text{C}$  в течение 3...5 ч. Затем извлекают из камеры и монтируют на стенд в течение 5 мин.
5. Щётки проверяют с раствором воды, что в свою очередь даёт нагрев.

Исходя из этого можно сделать вывод: процесс проверки щёток стеклоочистителя при изменении температуры не является приближенным к реальным. Поэтому автор предлагает изменить данный процесс с помощью метода реинжиниринга.

Реинжиниринг – это радикальное переосмысление и перепроектирование процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений главных современных показателей деятельности компании – таких как стоимость, качество, сервис и темпы.

Следовательно, необходимо переосмыслить процесс проверки, а для этого необходимо заменить камеру для заморозки. Существующая камера имеет название *Weiss WK1* (рис. 5).



**Рис. 5. Weiss WK1**

Её управление происходит с помощью меню, расположенного на ручке открывания дверцы.

Внутри можно расположить подносы, для большей вместимости щётки.

Либо убрать их, для помещения крупногабаритных деталей (рис. 6).

Т.к. в этой камере проводят испытания не только щётки стеклоочистителя, но и другие детали, её следует оставить и не проводить никаких манипуляций по её изменению.



Рис. 6. Weiss WK1

УДК 621.89 (075)

*Ю. А. Орлов, Д. Ю. Орлов, Е. В. Арефьев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗНОСА ВИНТА, РОЛИКОВ И ГАЙКИ В РОЛИКОВИНТОВОМ МЕХАНИЗМЕ НА ЕГО ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ**

Исполнительные механизмы с заданным положением выходного звена широко известны.

К ним относятся: рулевые механизмы транспортной техники (автомобили, самолёты, морские и речные суда), приводы металлорежущих станков, механические подъёмники, приводы зеркалов телескопов и другие механизмы машин и приборов.

В процессе эксплуатации механизмов возникает износ ведущих и ведомых звеньев, в результате которого выходное звено займёт иное положение с отклонением  $\Delta$ .

Допускаемые пределы положения выходного звена зависят от назначения механизма и износа всей кинематической цепи.

На рис. 1 приведена схема влияния износа винта, ролика и гайки на ошибку  $\Delta$  перемещения выходного звена в роликовинтовой передаче типа РВПЗК.

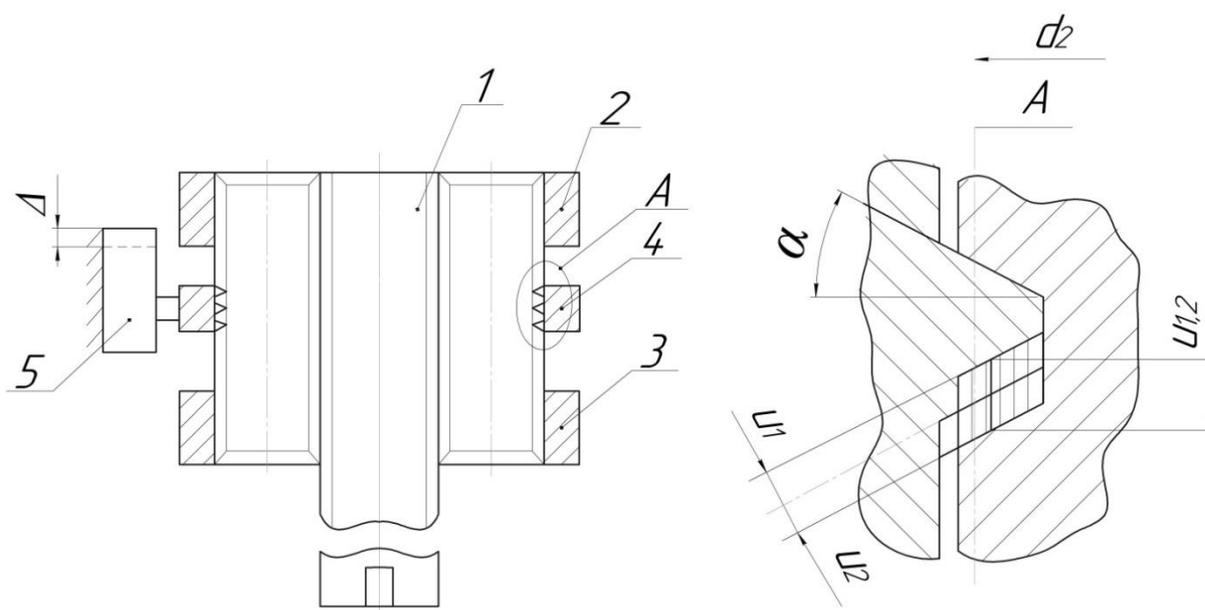
Как видно из приведённой схемы при износе гайки ошибка  $\Delta$  перемещения ведомого звена, в виде ползуна, связана с износом сопряжения  $u_{1,2}$  зависимостью:

$$\Delta = \frac{u_1(L) + u_2}{\cos \alpha},$$

где  $u_1(L)$  – износ ролика в зависимости от его длины;  
 $u_2$  – износ гайки;  
 $\alpha$  – половина угла профиля резьбы ( $45^\circ$ ).

Так как ролики и гайка могут изнашиваться по длине неравномерно, то накопленное значение  $\Delta$  взаимосвязано с положением гайки относительно роликов.

Если в состав привода входит много звеньев, то суммарная ошибка на выходном звене определится износом сопряжений всех звеньев.



**Рис. 1. Схема влияния износа ролика и гайки в РВПЗК на появление ошибки перемещения выходного звена:**

**1 – винт, 2, 3 – опорные гайки, 4 – ходовая гайка, 5 – ведомое звено (ползун)**

Таким образом, точность положения выходного звена в передаче РВПЗК прямым образом связано с износом винта, роликов и гайки.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Морозов, В. В. Роликовинтовые механизмы. Кинематические характеристики: монография / В. В. Морозов; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005 – 78 с. – ISBN 5-89368-634-9.
2. Козырев, В. В. Конструкции, теория и методика проектирования и исследования планетарных передач винт-гайка с резьбовыми роликами и мехатронных модулей на их базе [Текст] : монография / В. В. Козырев; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2011. – 237 с. – ISBN 978-5-9984-0108-4.

## **ОБЗОР СОВМЕСТНОЙ ПРОЦЕДУРЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ**

После создания международного стандарта *ISO 9000:1989*, производители автомобилей в США высказали неудовлетворённость его содержанием. Так как он не отражал всех особенностей и сложность автомобильной промышленности, была подготовлена техническая спецификация *ISO / TS 16949*, действовавшая с 1999 г. В настоящее время выпущен международный стандарт *IATF 16949:2016*. Принципиальным отличием этого стандарта от *ISO 9001:2015* является наличие серии процедур, дополняющих *IATF 16949:2016*.

К таким процедурам относится *ANPQP (Alliance New Product Quality Procedure)* «Совместная процедура качества новой продукции». Цель *ANPQP* для головного завода определить совместно с поставщиками автомобильных компонентов методы работы для достижения целей по качеству.

Рассматриваемая процедура охватывает весь процесс от создания рабочей документации и технологического процесса на изготовление детали и заканчивая планом поставки качественного продукта. С целью лучшего восприятия для специалистов процедуру *ANPQP* можно разбить условно на 5 фаз [1]. На схеме (рис. 1) изображены эти фазы.

**Первая фаза** начинается с того, что заказчик (потребитель) делает запрос на коммерческое предложение (*RFQ*) и передаёт конструкторскую документацию. Поставщик проводит анализ требований потребителя с целью планирования и определения программы разработки продукции поставщиком. В зависимости от сложности детали первая фаза может продлиться от 4 месяцев до 1 года, что создаёт определённые риски для поставщика, так как заказчик может передать предложение другому поставщику.

**Вторая фаза** является продолжением первой и начинается после того, как заказчик определился с выбором поставщика. Эта фаза включает в себя разработку продукта и техпроцесса. Конструкция должна соответствовать таким техническим требованиям, как целевые показатели качества. После проведения валидации продукта и техпроцесса заказчик одобряет старт производства оснастки (*CAPRO*).



Рис. 1. Фазы процедуры ANPQR

В **третьей фазе** завершается разработка и проводится изготовление оснастки. Как правило, заказчик и поставщик на некоторое время прекращают взаимодействие. В процессе третьей фазы проводится подтверждение, что детали, изготовленные на серийной оснастке, соответствуют техническим требованиям на продукт. По окончании этой фазы проводится одобрение поставки образцов изделий на пилотные автомобили (*PSR*).

На **четвёртом этапе (фаза 4)** завершается разработка производственного процесса и подтверждается возможность производственного процесса по достижению всех целевых показателей в процессе производственных испытаний. Осуществляется валидация компонентов: одобрение продукта (*PSW*) и одобрение процесса (*AFF*).

На **пятом этапе (фаза 5)** осуществляется запуск в производство (*SOP*) и составляется план мероприятий наращивания производства (*Ramp-up*).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Махалин А. А., Проблемы применения процедуры *ANPQP* // Сб. ст. по матер. XXXVIII междунар. науч.-практ. конф. № 9 (34). – Новосибирск: СибАК, 2014. С. 76-81.

УДК 629.3

*В. Н. Романов, Д. Ю. Орлов, К. С. Гусев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

### УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОКРАСКИ КУЗОВА ПРИ РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЯ

Перед окраской деталей кузова при ремонте автомобиля необходимо тщательно подготовить их поверхности. Необходимо очистить поверхности от старой краски и трудно выводимых обычным способом загрязнений. В последнее время наиболее эффективным способом очистки является химическая обработка поверхностей различными моющими препаратами, такими как *Du Pont 3920S* и др. В задачу настоящей статьи входило исследование влияния качества подготовки поверхности на адгезию лакокрасочных материалов.

Результаты исследования влияния подготовки поверхности препаратом *Du Pont 3920* показали, что при толщине покрытия 115 мкм, наблюдается практически полный отрыв лакокрасочного материала (ЛКМ). Далее, с уменьшением толщины покрытия площадь отслоения краски уменьшается, и в конечном итоге происходит расслоение слоя лакокрасочного материала, без отрыва от подложки. Если рассмотреть площадь отслоения ЛКМ от поверхности подложки как отношение площади отслоившегося ЛКМ к общей площади «грибка» то можно отметить, что с увеличением толщины ЛКМ площадь отслаивания возрастает. За максимальную степень отслаивания (100 %) принята площадь основания «грибка», которая равна  $11,3 \times 10^{-5} \text{ м}^2$ . Аналогичные результаты показали исследования препарата *Du Pont 3911W*.

Несколько отличные результаты показали исследования влияния препарата *Ferrophos 7766* на адгезию лакокрасочных материалов. Препарат *Ferrophos 7766* образует фосфатные слои от серых до тёмно-синих тонов.

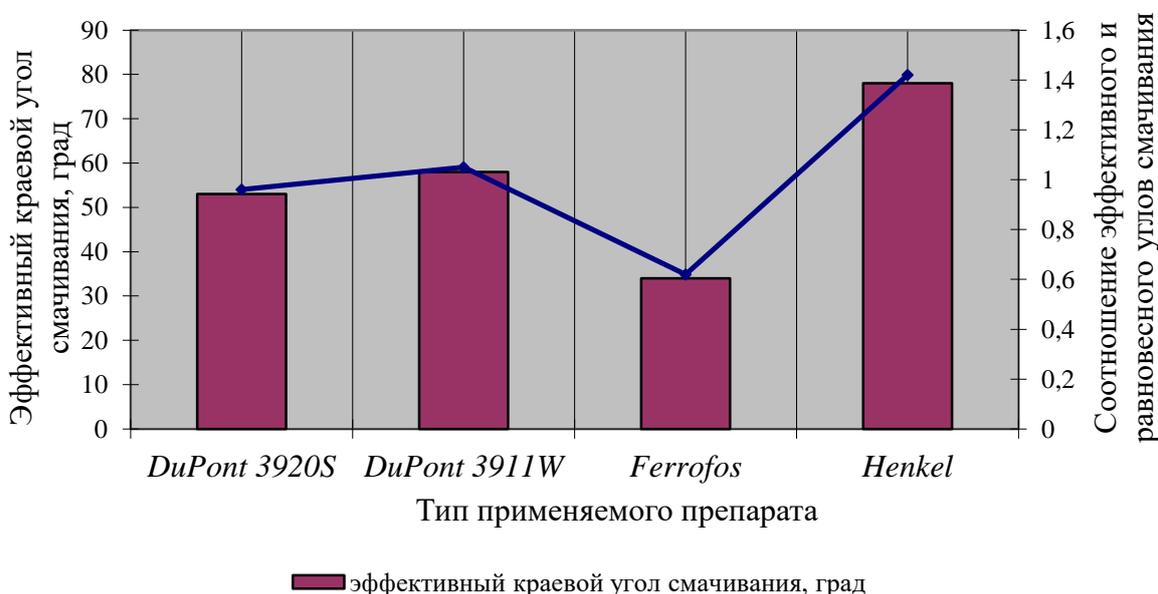
При обработке поверхности препаратом *Ferrophos 7766* отмечалось резкое повышение усилия отрыва ЛКМ, причём, как на образцах с полиэфирным так и эпокси-полиэфирным покрытиями. Причём, необходимо

отметить, что при обработке препаратом *Ferrofos 7766* наблюдался разрыв слоёв ЛКМ, а не отслоение от подложки во всех сериях экспериментов с данным препаратом.

Исследование влияния препарата *Henkel* на адгезию лакокрасочных материалов. При проведении экспериментов было установлено, что адгезия образцов, подготовленных по технологии фирмы «*Henkel*», определяемая методом решетчатых надрезов имеет определённую стабильность (первая степень). Исследования же методом отслаивания показали колебание адгезии в промежутке от 140 до 150 Н/м, при толщине покрытия 50 – 60 мкм (красный цвет) и колебания 150 – 200 Н/м, на образцах белого цвета с толщиной слоя краски 50 – 90 мкм.

Необходимо отметить, что при обработке поверхности препаратом *Henkel* наблюдалось почти полное отслаивание краски от поверхности подложки у образцов окрашенных полиэфирными ЛКМ и частичное отслаивание при использовании эпокси-полиэфирных ЛКМ.

При определении эффективного краевого угла смачивания поверхности было отмечено, что при применении различных способов подготовки поверхности химическими способами были получены следующие результаты (рис. 1).



**Рис. 1. Эффективный угол краевого смачивания при различных способах подготовки поверхности химическими способами**

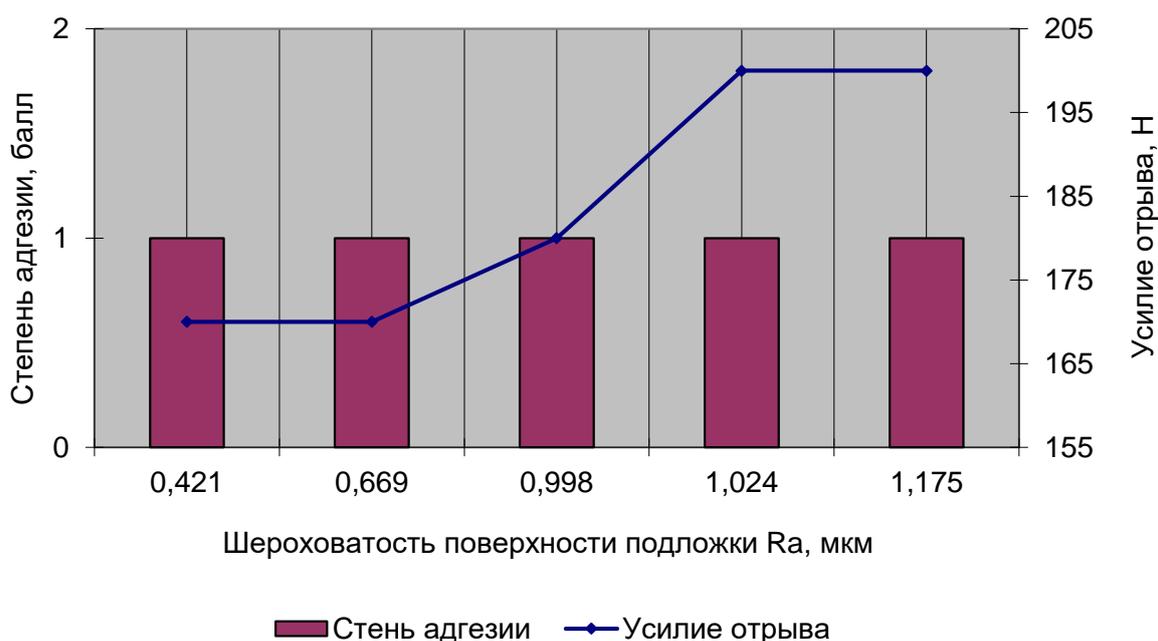
Как показали исследования влияния механической подготовки поверхности на адгезию лакокрасочных материалов большое значение имеет

краевой угол смачивания капли лакокрасочного материала (в жидкой фазе), который в свою очередь зависит от шероховатости поверхности подложки, на которую наносится ЛКП. Поэтому целью данного исследования является определение оптимального параметра шероховатости, при котором будет достигаться наилучшая адгезия.

Необходимо отметить, что при снижении шероховатости подложки, также снижается и шероховатость нанесённого на него ЛКП. Снижение шероховатости подложки приводит к уменьшению толщины эксплуатационно-способных покрытий.

При определении эффективного краевого угла смачивания получили следующие значения, которые мы представим на диаграмме (рис. 2).

Так же экспериментально была установлена зависимость температуры отверждения порошковых ЛКМ от времени отверждения при конвективном способе получения покрытий. Снижение температуры отверждения со 180 °С до 140 °С приводит к увеличению времени отверждения с 15 до 45 минут.



**Рис. 2. Зависимость степени адгезии и усилия отрыва слоя ЛКМ от параметра шероховатости подложки**

Степень адгезии покрытий при конвективном отверждении не зависит от толщины нанесённого слоя покрытия, а также от его цвета и вида плёнкообразователя. Оптимальным режимом конвективного отверждения является: температура отверждения 140 °С; время отверждения 45 минут.

В результате проведения экспериментального исследования была выявлена зависимость температуры нагрева подложки от цвета, нанесённого на подложку ЛКМ, толщины нанесённого слоя покрытия, а также расстояния между излучателем и отверждаемой поверхностью. На основании проведённых экспериментальных исследований были определены оптимальные режимы терморadiационного отверждения. Так для белого цвета оптимальными режимами отверждения являются:

1. Время терморadiационного отверждения – 40 минут;
2. Толщина наносимого покрытия – 70 мкм;
3. Расстояние между излучателем и отверждаемой поверхностью – 125 мм.

Для серого цвета оптимальными режимами отверждения являются:

1. Время терморadiационного отверждения – 50 минут;
2. Толщина наносимого покрытия – 55 мкм;
3. Расстояние между излучателем и отверждаемой поверхностью – 80 мм.

Испытания на коррозионную стойкость показали отсутствие коррозионных разрушений, а также незначительное изменение цвета, блеска покрытий, меления и грязеудерживания на исследуемых образцах покрытий по сравнению с эталонным образцом, независимо от типа, применяемого в них плёнообразователя.

В результате применения порошковых красок уменьшилось количество вредных выбросов при окрашивании, сократились потери лакокрасочного материала на 40 %, по сравнению с традиционной технологией окрашивания.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бодров, А. С. Окраска порошковыми красками // А. С. Бодров // Известия Орёл ГТУ. Химия и технология лакокрасочных покрытий, 2004 г, № 5 – 6. – С. 110-112.
2. Бодров, А. С. Особенности применения порошковых красок // А. С. Бодров // Объединённый научный журнал. № 11, 2006. – С. 69-71.

## АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРЕВЫШЕНИЯ НОРМАТИВОВ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЯ

Автотранспорт негативно влияет на экологию городской среды [1].

Риск-ориентированный подход в экологическом менеджменте опирается на требования ГОСТ Р ИСО 14001-2016 [2] и основан на анализе причин, приводящих к несоответствиям природоохранным требованиям.

Риск является вероятностной характеристикой. Экологический риск показывает вероятность наступления неблагоприятного для окружающей среды события в результате хозяйственной деятельности человека или чрезвычайной ситуации природного или техногенного характера.

В работе рассматривались шесть основных причин вредных выбросов автомобилей: низкое качество топлива; несовершенство и отсутствие регулировки двигателя; отсутствие и неисправность системы нейтрализации выхлопных газов; несовершенный стиль вождения.

Для анализа экологического риска превышения нормативов выбросов автомобилем применялся графо-аналитический метод Исикавы (рис. 1) [3]. Метод также носит название «4М», поскольку заключается в группировании причин несоответствия по четырём направлениям: *man* (человеческий фактор); *machine* (причины конструктивного характера); *material* (качество или свойства сырья и материалов); *method* (причины технологического характера).

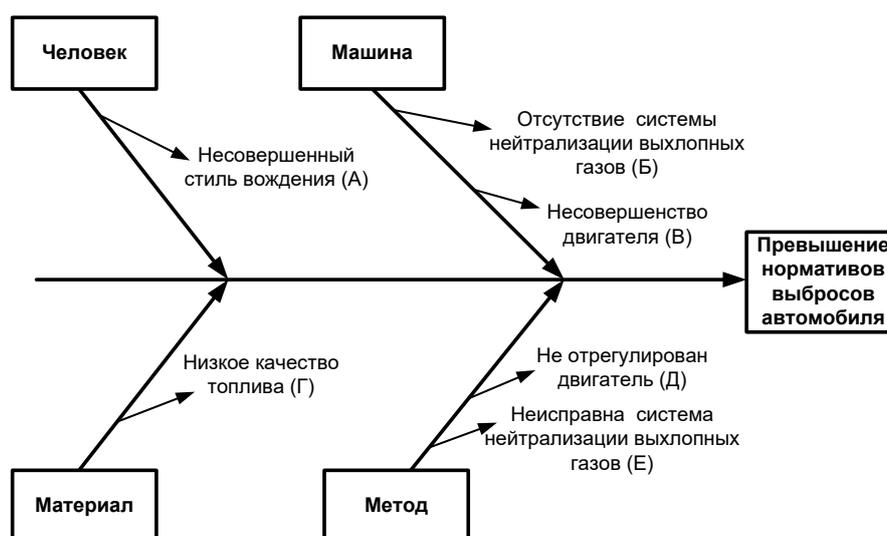


Рис. 1. Анализ причин превышения нормативов выбросов автомобиля

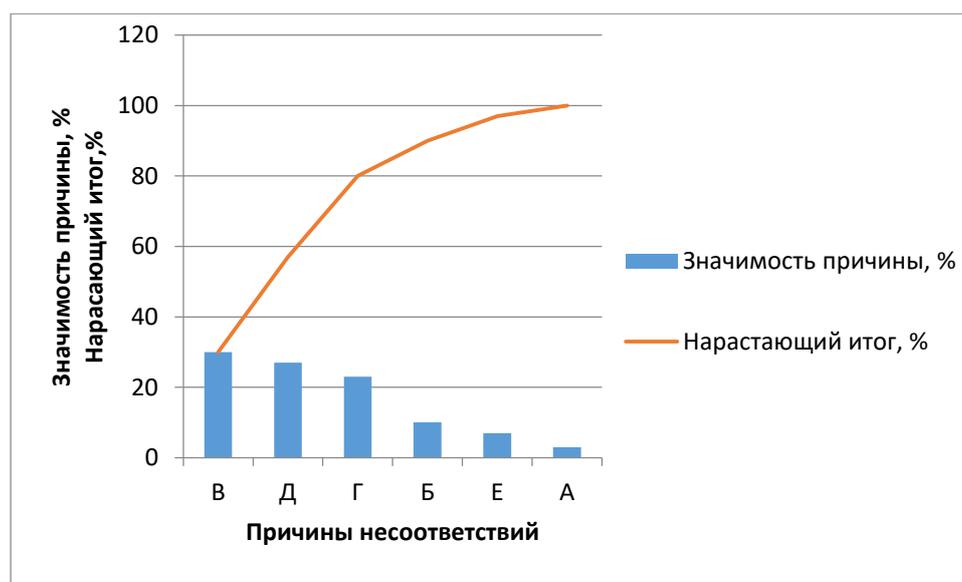


После попарного сравнения причины ранжировались по сумме баллов, рассчитывалась сумма баллов и нарастающий итог в процентах, (таблица 2).

**Таблица 2 – Ранжирование причин несоответствий по значимости**

Ранг	Причина несоответствия	Сумма баллов	Сумма баллов, %	Нарастающий итог, %
I	В	9	30	30
II	Д	8	27	57
III	Г	7	23	80
IV	Б	3	10	90
V	Е	2	7	97
VI	А	1	3	100
Всего:		30	100	

Данные таблицы 2 использовались для анализа Парето (рис. 3).



**Рис. 3. Анализ причин несоответствий, приводящих к превышению нормативов выбросов автомобиля**

Анализ Парето показал, что из шести причин несоответствий, связанных с риском превышения нормативов выбросов автомобиля, наиболее важны несовершенство двигателя «В» и отсутствие его регулировки «Д», а также низкое качество топлива «Г».

В работе рассмотрены шесть факторов риска превышения нормативов выбросов автомобиля. Анализ факторов риска методами Исикавы, попарного сравнения и Парето показал, что наиболее значимыми являются

проблемы, связанные с несовершенством и регулировкой двигателя и качества топлива. На устранение или предотвращение их влияния необходимо обратить особое внимание.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ромодановская М. П. Влияние автомобильного транспорта на экологию городской среды / Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : материалы XX Междунар. науч. практ. конф. 22 – 23 нояб. 2018 г., Владимир / под общ. ред. проф. Ю. В. Баженова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2018. – С. 192-195. – ISBN 978-5-9984-0902-8.
2. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru>. (дата обращения 15.10.19).
3. Е. А. Васильева, Л. М. Исянов. Экологический менеджмент и экоаудит: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: Ризограф ВШТЭ СПбГУПТД, 2016. – С. 42-45. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.nizrp.narod.ru/15.pdf>. (дата обращения 15.10.19).

УДК 621.317.52.28

*А. Г. Сергеев (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

#### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Во многих случаях, когда поверка средств измерений (СИ) не является законодательно установленной нормой, перед потребителем встаёт проблема выбора, что проводить – поверку или калибровку. За рубежом обязательной государственной поверке подлежит очень небольшая часть СИ, все остальные калибруются. Да и в России наметилась тенденция, согласно которой с каждым годом калибровке СИ уделяется всё больше внимания. Если раньше считалось, что калибровка – это некий «второй сорт» по сравнению с поверкой, то теперь всё чаще высказывается мнение, что калибровка – это даже, в некоторых случаях, лучше, чем поверка. [1]

Во-первых, информативнее, так как устанавливаются действительные значения метрологических характеристик, а не соответствие некому

пределу погрешности, который не перешагнули, но неизвестно, насколько близко подошли к нему.

Во-вторых, в каком-то смысле надёжнее, т.к. калибровщик не обещает, что в течение определённого времени всё будет так же хорошо, как в день калибровки, а поверитель утверждает, что СИ будет соответствовать установленным требованиям в течение межповерочного интервала. Он подписывается под тем, что свидетельство о поверке будет действительно до определённого срока. Напомним, что межповерочный интервал определяется при проведённых в лабораторных условиях на новых экземплярах СИ специалистами высшей категории испытаниях с целью утверждения типа. Можно ли доверять этому значению после определённого срока эксплуатации СИ?

Калибровщик может рекомендовать провести последующую калибровку через определённое время, исходя из: [2]

- известного межповерочного интервала;
- экспериментально полученных точностных характеристик и близости их к установленному пределу;
- состояния и срока службы СИ;
- наконец, из собственного опыта.

Поверитель же лишь гарантирует пригодность к применению в течение не им установленного времени, так как при всём его желании изменить значение межповерочного интервала можно только по решению Росстандарта.

Наконец, калибровка даёт целый ряд степеней свободы, позволяющих удовлетворить требования заказчика: дополнительно определить те или иные метрологические характеристики СИ, сократить или расширить экспериментальные исследования, определить границы применимости данного СИ, установить оптимальный межкалибровочный интервал.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Генкина, Р. И. Ж-л «Контроль качества продукции»; Россакредитация или РСК, № 6 – 2019, с. 41-44.
2. Сергеев, А. Г. Метрология : учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. Г. Сергеев. – 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. – 322 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-04313-6.

## **ТРЕБОВАНИЯ К ЗАКОНУ О ЕДИНСТВЕ ИЗМЕРЕНИЙ**

Законодательство в области обеспечения единства измерений (ОЕИ) периодически подвергается большим или меньшим изменениям. Например, в закон № 102-ФЗ от 26.06.2018 г. ОЕИ, за время его действия, изменения вносились 7 раз. Это в некоторых случаях дезориентирует метрологические службы и вносит некую неопределённость в правовые аспекты метрологического обеспечения.

С целью минимизации указанных недостатков необходима чёткая регламентация закона ОЕИ в соответствии с конституцией РФ (статья 71 р) и Постановлением Правительства РФ от 12.02.94 № 100 «Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг».

ОЕИ в стране осуществляется на:

- государственном уровне;
- уровне федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ);
- уровне юридического лица.

Государственное управление деятельностью по ОЕИ осуществляет Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии.

ОЕИ в пределах установленной ответственности федерального органа исполнительной власти осуществляет его метрологическая служба.

ОЕИ в пределах установленной области деятельности юридического лица осуществляет метрологическая служба предприятия (организации) или иная служба, выполняющая её функции.

Чёткое взаимодействие указанных уровней между собой гарантирует достижение целей и задач государственной службы измерений. Это позволяет оперативно и рационально реализовать правовую, техническую и организационную подсистемы ОЕИ.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Новиков, Н. Ю. Государственная политика в области ОЕИ. «Методы оценки соответствия» № 7, 2010 – с. 4-10.
2. Лукашов, Ю. Е. Структура Федерального закона «Об обеспечении единства измерений». «Главный метролог» № 3, 2016 – с. 5-23.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА

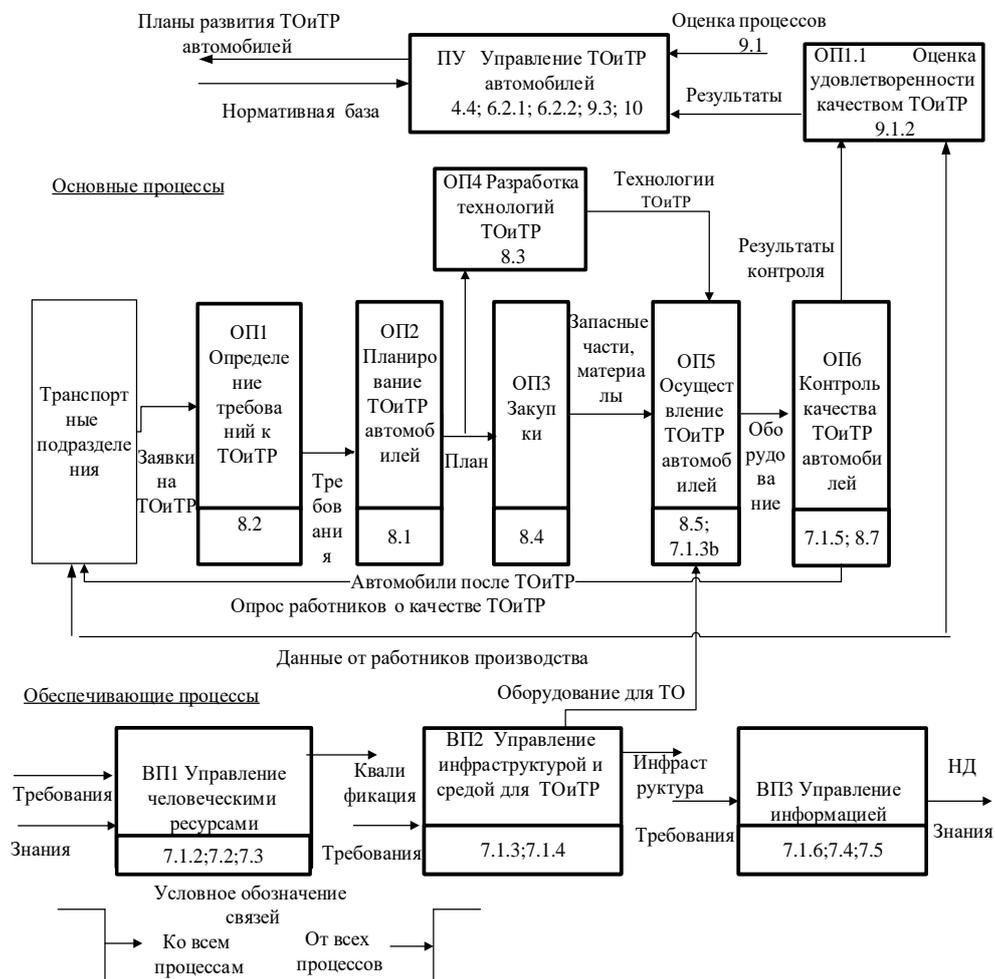
Обеспечение работоспособного состояния автомобилей является необходимым условием эффективной работы автотранспортных предприятий (АТП). В [1] установлены целевые показатели эффективности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом. Для выполнения установленных показателей необходимо совершенствовать деятельность по управлению техническим обслуживанием и текущему ремонту (ТОиТР) автомобилей, с целью повышения их эксплуатационных характеристик. Организация управления ТОиТР автомобилей, как наиболее важных физических активов АТП, обеспечивается выполнением требований ГОСТ Р 55.0.03-2014 [2]. На рисунке 1 приведена обобщённая структура управления физическими активами на предприятии.



**Рис. 1. Структура управления физическими активами на предприятии**

Для выполнения поставленных задач на АТП должны выполняться базовые функции по организации ТОиТР автомобилей с применением методов всеобщего обслуживания оборудования (ТРМ) [3] для обеспечения

требуемого качества ТОиТР при ограничениях на стоимость обслуживания. Требования к организации ТОиТР автомобилей соответствуют требованиям к организации аналогичных процессов СМК, приведённых в ГОСТ Р ИСО 9001-2015. На основании этого можно сделать вывод, что наиболее перспективным направлением управления качеством ТОиТР автомобилей является применение процессного подхода для организации взаимодействия всех видов деятельности, влияющих на качество и эффективность ТОиТР автомобилей. На рисунке 2 приведена схема взаимосвязи процессов, участвующих в организации работ по ТОиТР автомобилей. На схеме цифрами обозначены разделы ГОСТ Р ИСО 9001-2015, содержащие требования к управлению процессами.



**Рис. 2. Схема взаимосвязи процессов для обеспечения качества ТОиТР автомобилей**

Преимущество процессного подхода заключается в улучшении взаимодействия различных видов деятельности, участвующих в выполнении ТОиТР автомобилей, в усилении горизонтальных связей между подразде-

лениями АТП, а также в улучшении связей с поставщиками материалов и запасных частей. Системный подход в управлении качеством ТОиТР может быть использован для согласования задач отдельных процессов с целями предприятия, что вносит вклад в эффективность деятельности АТП и повышение его конкурентоспособности.

Для управления качеством ТОиТР автомобилей необходимо выполнять мероприятия организационного, технологического и производственного характера, которые должны предусматривать:

- установление взаимосвязей между процессами, влияющими на качество ТОиТР автомобилей;
- распределение полномочий и ответственности за проведение ТОиТР;
- диагностирование технического состояния автомобилей;
- соответствие ТОиТР требованиям нормативно-технологической документации;
- совершенствование организационных и технологических методов проведения ТОиТР;
- наличие соответствующей материально-технической базы ТОиТР;
- наличие требуемых материалов и запасных частей;
- достоверность и оперативность контроля качества ТОиТР;
- наличие требуемой квалификации работников, выполняющих ТОиТР;
- сбор, обработки, использования и хранения информации о проведении ТОиТР автомобилей.

Таким образом, применение принципов управления качеством ТОиТР автомобилей заключается в организации взаимодействия всех видов деятельности, влияющих на качество ТОиТР. Организация такого взаимодействия является необходимым условием эффективного внедрения методов ТРМ, повышения производительности и снижения потерь от простоя автомобилей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие транспортной системы». Утв. Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 319.
2. ГОСТ Р 55.0.03-2014/ИСО 55002:2014 «Управление активами». – М: Стандартинформ, 2015.
3. ГОСТ Р 56407-2015 «Бережливое производство. Основные методы и инструменты». – М: Стандартинформ, 2017. – 20 с.

УДК 681.5

*В. М. Баландин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

## **О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ВНЕДРЕНИЯ И ПРОБЛЕМАХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

В настоящий момент компьютер – это элемент развития и инструмент, который возглавляет научно-технический прогресс. Ни одно научное открытие немислимо без них. Вот почему каждый год появляются новые сферы изучения, одними из самых захватывающих среди которых являются мехатроника и робототехника.

В современном мире многие системы являются мехатронными или используют идеи мехатроники. Таким образом мехатроника постепенно становится «наукой обо всём».

Робототехника и мехатроника связаны друг с другом во многих аспектах, в том числе их объединяют общие тенденции и принципы развития техники в целом:

- 1) системный подход к созданию техники;
- 2) миниатюризация техники;
- 3) унификация функциональных компонентов;
- 4) интеграция функций на базе однородных структур;
- 5) интеллектуализация как отдельных функциональных компонентов, так и общесистемных функций.

Роботизированными автомобилями или робомобилями можно называть все виды автомобильного транспорта, прежде всего беспилотные, ориентированные на эксплуатацию без водителя.

Также к этой категории относятся автосредства, роботизированные частично, например, способные двигаться без участия водителя в составе колонны или на длинных участках шоссе без выполнения маневров, т.е. сохраняя полосу движения и заданную скорость с учётом внешней среды. Водитель в таких машинах подключается к процессу лишь для обгона или съезда с трассы и т.п.

Выделяется такое направление, как роботизированный общественный транспорт – задача реализации автоматического движения транспорта по хорошо изученному маршруту представляется чуть проще,

нежели способность автопилота управлять транспортным средством везде и в любых условиях.

Есть ряд проблем внедрения робомобилей и систем автономного управления автомобилями в повседневную эксплуатацию.

1. Безопасность решений. К сожалению, инженеры способны ошибаться при проектировании робомобилей и это может привести к плачевным последствиям. К примеру, 2016.07.03 произошла авария с летальным исходом в автомобиле *Tesla*, управляемом автопилотом. Эта авария произошла, потому что при выполнении поворота с объездом препятствия, это транспортное средство врезалось в борт автобуса, двигавшегося со скоростью 23 км/ч. Сидевший в робомобиле на базе *Lexus* водитель-испытатель не успел принять управление и предотвратить аварию. При выяснении обстоятельств было установлено, что, увидев на дороге препятствие, робот принял решение перестроиться в левый ряд. По правилам, он должен был пропустить автобус, двигавшейся сзади. Но система машинного обучения успела привыкнуть к тому, что те, кто едут сзади, в подобных ситуациях сами пропускают «странный» автомобиль, поэтому выполнила манёвр в нарушение правил.

2. Уровень «интеллектуальности». Сейчас система навигации роботизированных автомобилей устроена таким образом, что она ориентируется на использование дорожной разметки и т.п. элементов инфраструктуры. Но, это очевидно что для полноценной замены водителя требуется, чтобы системы автопилотов принимали во внимание и более сложные ситуации и включали в них дополнительные режимы ориентирования, безопасности и ухода от препятствий, такие как: режим с ориентацией на плохо оборудованной дороге, в условиях неблагоприятных для вождения (гололедица, возможные землетрясения и сход лавин и т.д.), включение особого режима в местах объездов из-за ремонта и т.п.

3. Решение этических задач. К примеру, что делать в случае, если робомобиль управляемый автопилотом оказывается в ситуации, когда в результате любых действий и маневров, автомобиль неизбежно причинит вред людям? К примеру, если на проезжей части оказался человек, а избежать столкновения возможно только посредством выезда на тротуар, на котором также находятся люди? Можно ли прибегать к экстремному торможению, если, согласно прогнозу, это приведёт к столкновению с идущими сзади машинами со 100 %-ной вероятностью? И кто будет отвечать

за гибель людей в данной ситуации? Все эти вопросы требуют тщательного изучения, а также изменения существующего законодательства.

4. Осторожность робомобилей. Этот фактор мешает другим автомобилям на дорогах, и он напрямую связан с предыдущим фактором, так как снижение «фактора осторожности» робомобилей, понесёт за собой увеличение количества автомобильных аварий.

5. Нехватка автополигонов. Это очень серьёзная проблема, которая выражается в невозможности обкатки беспилотников в сложных условиях, имитирующих различные дорожные ситуации.

6. Отсутствие 3D-карт существующих магистралей. 3D-карты – более информативные по сравнению с обычными картами и это нововведение способно снизить количество аварий на дороге, как с участием роботизированных автомобилей, так и обычных.

8. Достаточность проводимых испытаний. Это также очень серьёзная проблема, так как роботизированные автомобили – это дорогой автотранспорт, то при изобретении нового вида автотранспорта, компании пытаются сразу же наладить его производство чтобы поскорее получить прибыль и покрыть расходы. Хотя проводимые испытания должны быть более жёсткими.

9. Безработица, которую повлечёт за собой массовое внедрение робомобилей на автопилоте. В мире большое количество людей работают таксистами и перевозчиками грузов. В каждой стране, которая стремится к эксплуатации этого вида автомобилей, появится новая социальная проблема, требующая решения.

Наряду с недостатками и проблемами внедрения робомобилей также существует большое количество преимуществ, которые благоприятно повлияют на развитие общества и сделают процесс передвижения людей и грузов более комфортным.

Экономические преимущества:

- минимизация ДТП, увеличение эффективности использования дорог за счёт наладки системы централизованного управления автомобильным потоком;
- снижение стоимости транспортировки товаров и перевозки людей в результате экономии на заработной плате водителей и расходе топлива.

Социальные преимущества:

- возможность самостоятельного перемещения людей без прав. Это может кардинально повлиять на снижение смертности среди людей с инвалидностью, которым для того, чтобы добраться до больниц понадобится только вызвать такой автомобиль. Несовершеннолетние дети и подростки смогут также пользоваться роботомобилями, так как для этого не нужны будут права;

- экономия времени, ныне затрачиваемого на управление ТС, будет позволять заняться более важными делами или отдохнуть.

Прочие преимущества:

- становится возможной перевозка грузов в опасных зонах, спасение людей, оказавшихся в этой опасной зоне;

- снижение глобальной экологической нагрузки.

Таким образом, роботизированные автомобили – это будущее развития цивилизации. Их внедрение приведёт к глобальным изменениям почти во всех сферах жизни человека. Мир, в котором мы будем жить через несколько десятилетий будет значительно от того мира, в котором мы живём сейчас. Наша главная задача в данный момент состоит в том, чтобы осуществить переход в эру роботизации наиболее гладко и с минимальными потерями в социальном, экономическом и экологическом аспектах.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грошев, А. М. Беспилотные транспортные средства: настоящее и будущее / А. М. Грошев, А. В. Тумасов. – URL: [https://transport-systems.ru/assets/2016\\_02\\_009.pdf](https://transport-systems.ru/assets/2016_02_009.pdf) (дата обращения: 01.10.2019).
2. Евтеева Елена Викторовна. Задачи и закономерности развития мехатроники и робототехники // Вестник ВУиТ. 2009. № 14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zadachi-i-zakonomernosti-razvitiya-mehatroniki-i-robototehniki> (дата обращения: 01.10.2019).
3. Кузнецова Мария Валерьевна, Веремеенко Елена Геннадьевна. Перспективы внедрения беспилотного управления автомобильными перевозками // Молодой исследователь Дона. 2018. № 5 (14). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-vnedreniya-bespilotnogo-upravleniya-avtomobilnymi-perevozkami> (дата обращения: 01.10.2019).
4. Тимошенко, О. Б., Азаров, А. В., Кириери, Е. М., Енна, Е. С. Беспилотный транспорт будущего // Молодой ученый. – 2019. – № 8.2. – С. 44-46. – URL: <https://moluch.ru/archive/246/56678/> (дата обращения: 01.10.2019).

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ И ДИАГНОСТИКЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Современное внедрение автоматизированных производств, роботов, станков с числовым управлением в машиностроении привлекло внимание научного и инженерного сообщества к использованию в реализации систем управления методов искусственного интеллекта.

С одной стороны, традиционные методы построения систем не приводят к удовлетворительным результатам, когда исходное описание подлежащей решению проблемы заведомо является неполным. Стремление получить всю исчерпывающую информацию для построения точной математической модели системы может привести к потере времени и средств, в силу сложности структуры реальной системы управления.

Применение методов искусственного интеллекта (ИИ) в проектировании систем автоматического управления объясняется тем, что они разрабатываются быстрее и получаются проще чётких аналогов. Экспертные знания легко внедряются в системы с ИИ, что позволяет быстро создавать системы с понятными для инженера алгоритмами функционирования. Искусственный интеллект обладает большой памятью, быстродействием, способностью к самообучению и самоорганизации, делает выводы, принимает решения и даёт экспертные оценки.

Использование носит специфику, связанную с принципиальными особенностями реализации структуры и алгоритмов функционирования.

Однако, дальнейшее развитие интеллектуальных систем промышленной автоматизации сталкивается с определёнными затруднениями. Так, в настоящее время в отношении нечёткой логики в системах автоматического управления имеет место не устоявшаяся терминология, а трактование отдельных моментов затрудняют понимание решаемой задачи. Так же не сложилась методология построения САУ с ИИ. Нет чёткого определения интеллектуальных САУ, уровня их «интеллекта», отсутствует общепринятая классификация. Вместе с тем, внедрение интеллектуальных САУ является неизбежным шагом.

Для оценки уровня искусственного интеллекта САУ необходимо определить, что такое искусственный интеллект, интеллектуальная система и ввести шкалу оценок уровня интеллекта.

Определение 1. *Искусственный интеллект – это сбор и обработка информации, извлечение знаний, их представление, запоминание и использование.*

Если используемые в определении термины в целом понятны то термин «представление» нуждается в некотором пояснении. [1, 2].

Представление знаний является наиболее важной областью исследований по искусственному интеллекту. Знания могут иметь различную форму описаний объектов, например, в виде причинно следственных отношений или функциональных связей. Наличие адекватных знаний и способность их эффективно использовать означают, что система в определённой мере способна реализовать выводы и принимать решения.

Обычно для представления знаний используют нейронные сети (*Neural Networks*), нечёткую логику (*Fuzzy Logic*), мягкие вычисления (*Soft Computing*), генетические алгоритмы (*Artificial Neural Networks*) эволюционные вычисления (*Evolutionary Computing*), вероятностные рассуждения (*Probabilistic Reasoning*), вербальные вычисления и представления (*Computing with word sandperceptions*). Однако все способы представления знаний имеют какие-либо ограничения, связанные с особенностями области применения.

В этой ситуации для достижения поставленной цели необходимо найти способ выражения закономерностей характерных для любой системы. В этом и состоит суть проблемы представления знаний.

Поэтому важной проблемой, которая ещё долго будет актуальной, является разработка теории или метода представления знаний произвольного вида.

Определение 2. *Интеллектуальная система – система, состоящая из интеллектуального управляющего объекта и объекта управления.*

Важными особенностями интеллектуальных систем являются: способность анализа и объяснения своих действий и знаний, приобретение новых знаний и изменение их в соответствии с ними своего поведения, обеспечивая взаимосвязи между реализуемым процессом и целью управления.

В публикациях по ИИ встречаются понятия система управления (СУ) и система автоматического управления (САУ), причём понятия смешиваются, что существенно затрудняют понимание решаемой задачи. В связи с этим попытаемся разграничить эти понятия.

Определение 3. Системой управления (СУ) называется совокупность функционально взаимосвязанных и взаимодействующих частей, совместно выполняющих определённую задачу и обладающую свойствами, не содержащейся в частях системы в отдельности и обеспечивающим управление каким-либо объектом или процессом. Примером таковых являются системы программного управления (ПУ).

Определение 4. Системой автоматического управления (САУ) называется совокупность объекта управления (ОУ) и управляющего устройства, взаимодействующих между собой в соответствии с алгоритмом управления.

Определения 3 и 4 базируются на информации, приведённой в терминологическом словаре по теории управления.

Признаками интеллектуальной системы можно считать:

- способность к самообучению и самоорганизации;
- способность делать выводы;
- способность принимать решения в условиях частичной или полной неопределённости;
- обладать памятью, пополнять её и модифицировать.

Электромеханические системы управления и диагностики с высоким уровнем интеллекта можно считать такие, которые способны выполнять в полной мере выше перечисленные свойства. Подобные системы находятся в стадии разработки.

Минимальный уровень интеллекта, это способность выполнять одну из функций, реализованную с помощью нейро – нечётких контроллеров.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-08-01126 «а».*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Емельянов, С. В. Искусственный интеллект и принятие решений: Методы рассуждений и представления знаний. Когнитивные исследования. Интеллектуальные системы. Вып. 3 / С. В. Емельянов. – М.: Ленанд, 2014. – 120 с.
2. Нечёткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта /под ред. Д. А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 396 с.
3. Толковый словарь по искусственному интеллекту / Составители: А. Н. Аверкин, М. Г. Гаазе – Рапопорт, Д. А. Поспелов / М.: Радио и связь – 1992. – 256 с.

УДК 621.313.33

*А. А. Кобзев, А. А. Ильин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

*Р. В. Родионов (Россия, г. Владимир, ПАО «НИПТИЭМ»)*

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ МОБИЛЬНОГО РОБОТА С НЕЙРОСЕТЕВЫМ РЕГУЛЯТОРОМ**

Рассматривается система управления электроприводом мобильного робота с оценкой технического состояния двигателей переменного тока. Определён спектр задач при включении нейросетевого регулятора в контуре управления и диагностики.

Перспективным направлением при разработке систем управления электроприводов движителей мобильных роботов является применение современных контроллеров, программным обеспечением (ПО) и нейросетевых регуляторов. В рассматриваемом электроприводе в качестве контроллера выбрана плата *LAUNCHXL-F28027F* с микроконтроллером *Piccolo TMS320F28027*, поддерживающий технологию *InstaSPIN-FOC*. Для передачи управляющих сигналов от микроконтроллера к мотору используется плата *BOOSTXL-DRV8301*. Это каскад 10А драйвера трёхфазного бесщёточного двигателя постоянного тока на основе 60В *N*-канального транзистора *MOSFET CSD18533Q5A*. Модуль имеет три усилителя датчика тока нижнего плеча. Модуль также имеет 1.5А понижающий преобразователь, полностью защищён от короткого замыкания, перегрева, одновременного включения двух плеч моста и просто конфигурируется через *SPI* интерфейс.

*InstaSPIN-FOC (field-oriented-control)* это бездатчиковая система управления и отслеживания состояния для любого трёхфазного электродвигателя электропривода мобильного робота позволяющая решать, в масштабе реального времени, следующие задачи: 1) идентификация двигателя, одноразовая идентификация параметров, основанная на простых начальных данных мотора (максимальное напряжение и ток), также может отслеживать изменение  $R_s$  (сопротивление статора) в режиме реального времени и обеспечивать компенсацию во время работы; 2) быстрый кодировщик программного обеспечения; 3) стабильная, надёжная и восстанавливаемая обратная связь с системой управления; 4) настройка контура управления, регуляторы тока *FOC* автоматически подстраиваются для стабильной работы; 5) полевое управление, ослабление поля позволяет получить более высокие скорости (выше расчётных) вращения ротора.

С помощью этой системы можно также проводить сигнатурный анализ составляющих тока статора и анализ технического состояния по вектору Парка. Метод сигнатурного анализа составляющих тока статора позволяет отследить дополнительный ток ротора, наведенный в обмотке статора, в случае неисправности или дефекта ротора [1, 2]. При асимметрии токов ротора возникает результирующее вращающееся поле, отстающее на частоту вращения от частоты вращения ротора. Причиной такой асимметрии могут быть обрывы одного или нескольких стержней ротора или разрывы в короткозамкнутом кольце, препятствующие протеканию по нему тока. В аномальных условиях работы двигателя описываемая вектором Парка кривая отличается от идеальной окружности. Повреждения в обмотке статора приводят в эллиптической форме годографа. Степень эллиптичности пропорциональна степени развития повреждения, а ориентация осей эллипса зависит от того, обмотка какой фазы повреждена. Обрыв в пазах статора приводит к тому, что круговая траектория становится размазанной (имеет некоторую «толщину»), что служит диагностическим признаком данного эффекта.

Наряду с этим весьма перспективно использование нейросетевых регуляторов для решения ряда задач в электроприводах движителей мобильных роботов: 1) идентификация параметров электродвигателя, причём в широком спектре; 2) диагностика состояния, селекция и виды неисправностей в системе электропривода; 3) синтез регуляторов на заданные показатели качества. Анализ состояния по разработкам нейросетевых регуляторов в электроприводах и мехатронных системах литературы показал, что существующие варианты работы нейросетевых регуляторов в составе систем электропривода можно обобщить в виде трёх вариантов: 1) создание нейронной сети, имитирующей некий линейный регулятор; 2) синтез оптимального нелинейного нейросетевого регулятора; 3) создание нелинейного нейросетевого регулятора, обучающегося и работающего в режиме реального времени в соответствии с заданной динамикой. Одно из перспективных направлений – комплементарная коррекция управляющего для приводов воздействия, которое рассматривается при создании нейросетевых регуляторов в рассматриваемых типах электроприводов [3].

Проектирование нейросетевого регулятора можно представить в виде следующих процедур: 1) выбор топологии сети (число нейронов, число скрытых слоев, структура связей); 2) выбор функции активации нейронов; 3) определение начальных весов нейронов (для начальной инициализации

весов целесообразно применить подход Глоро и Бенджи, заключающийся в том, что для беспрепятственного распространения значений активации и градиента по сети дисперсия должна быть примерно равна единице); 4) выбор алгоритма обучения сети; 5) определение параметра дискретизации в сети. Для работы и обучения нейросети используются статистические параметры контролируемых процессов и диагностируемых параметров – среднее квадратическое значение и математическое ожидание. Для обучения используется метод обратного распространения ошибки с регуляризацией [3, 4]. Процесс обучения замыкается по внутренней цепи обратной связи по ошибке контролируемого процесса или диагностируемого параметра относительно его эталонного значения. Приводятся результаты моделирования с симулятором внешних воздействий и дрейфа параметров.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-08-01126 «а».*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маслихин, В. А. Диагностика технического состояния вспомогательных электродвигателей для железнодорожного транспорта / В. А. Маслихин, Р. В. Родионов, С. В. Скитович // Актуальные проблемы электромеханики и электротехнологий АПЭЭТ 2017. Сборник научных трудов. Екатеринбург: ФГАОУ ВПО УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2017. – С.177-179.
  2. Родионов, Р. В. Управление энергетическими потоками при испытаниях тяговых электрических машин // Электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии и управляемые электромеханические системы: сборник научных трудов IV Международной научно-технической конференции. Екатеринбург: УрФУ, 2011. – С. 266-271.
  3. Кобзев, А. А. Динамическая коррекция управляющего воздействия в робототехнических системах на базе нейросетевой технологии с онлайн-обучением / А. А. Кобзев, А. В. Лекарева, О. С. Сидорова // Современные наукоёмкие технологии. 2018, № 12, том 2. – С. 282-288. ISSN 1812-7320.
- Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.; Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2017. 1104 с. ISBN 978-5-8459-2069-0.

## **ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОГО РЕГУЛЯТОРА С УЧЁТОМ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Адаптивные системы, в которых выполняется парирование внутренних и внешних возмущений, могут быть построены с контурами адаптации, реализованными на нейросетевых регуляторах с комплементарной коррекцией управляющего для исполнительных систем воздействием. Обозначим весь спектр задач и процедур, определяющих в конечном итоге программную реализацию контура адаптации на нейронных регуляторах (НР), или нейронной сети (НС): 1) определение целей и задач управления; 2) выбор структуры системы автоматического управления (САУ) и типа нейронной сети; 3) выбор алгоритма обучения; 4) обучение НС; 5) моделирование САУ с НС.

Цель управления состоит в обеспечении требуемой точности обработки заданного закона управления в условиях действия внешних дополнительных относительно расчётных недетерминированных возмущений гармонического характера, которые могут быть обусловлены следующими факторами:

- 1) наличием геометрически-силового взаимодействия соседствующих пар координат кинематической цепи робототехнических устройств, обусловленного инерционными, диссипативными и кориолисовыми силами;
- 2) динамическими нагрузками со стороны объекта или выполняемого технологического процесса;
- 3) неточностью базирования или неопределённостью расположения технологической траектории в пространстве (случай, когда фактическая траектория отличается от программной);
- 4) отклонением параметров ТР от номинальных значений, обусловленным изнашиванием механизмов силовой передачи и движителя, а также изменением климатических характеристик внешней среды.

Структурная схема адаптивной САУ с НС приведена на рис. 1 [1]. Структура НС: трёхслойная сеть: входной, скрытый, выходной слои; количество слоёв – 3; количество входов – 5 (в качестве входов использовался сигнал ошибки, пропорциональный внешнему возмущению и его задерж-

ки, а также сигнал задающего воздействия и фактическое значение регулируемой координаты); количество нейронов в скрытом слое – 12; функция активации нейронов в среднем слое – сигмоидальная; функция активации выходного слоя НС – линейная; алгоритм обучения – алгоритм обратного распространения ошибки; начальный параметр скорости обучения – 0,01; 8) дискретность сети – 0,001 [1, 2].

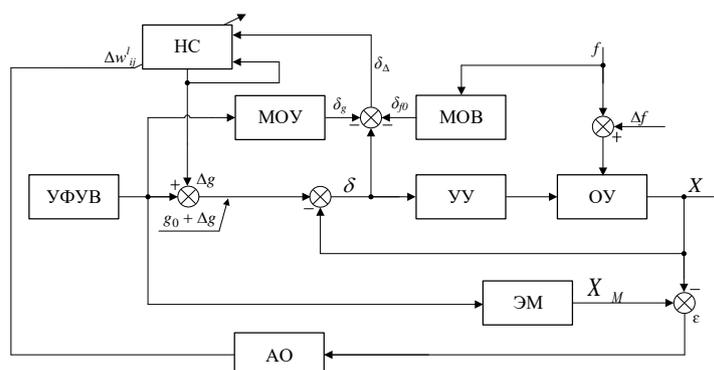


Рис. 1. Структурная схема САУ с нейросетевым регулятором

На схеме обозначено: УФУФ – устройство формирования управляющего воздействия; УУ – устройство управления; ОУ – объект управления; ЭМ – эталонная модель, обладающая заданными динамическими показателями; МОУ – модель ОУ по ошибке от управляющего воздействия; МОВ – модель ОУ по ошибке от возмущающего воздействия. МОВ и МОУ образованы статическими зависимостями первого и второго коэффициентов ошибки от соответствующего воздействия; НС – нейронная сеть; АО – алгоритм обучения,  $g_0$ ,  $f$  – управляющее и возмущающее воздействия соответственно;  $X$ ,  $X_M$  – регулируемая координата и выходная координата эталонной модели соответственно;  $\delta$  – суммарная ошибка системы;  $\Delta$  – дополнительное не измеряемое возмущение;  $\delta_{f0}$ ,  $\delta_g$  – составляющие ошибки системы, обусловленные возмущающим и задающим воздействиями;  $\delta_{\Delta}$  – составляющая ошибки, пропорциональная дополнительному возмущению;  $\Delta g$  – дополнительная составляющая управляющего воздействия;  $\varepsilon$  – ошибка между выходной координатой ОУ и ЭМ.

В качестве алгоритма обучения принят алгоритм обратного распространения ошибки (метод моментов) с регуляризацией [2], в силу простоты его реализации и малых вычислительных затрат. При этом предлагается использовать переменный параметр скорости обучения для каждого слоя НС в функции ошибки нейронов, соответствующего слоя.

Обучение НС может быть организовано двумя способами в части контроля его выходной координаты, которая является дополнительной составляющей управляющего воздействия  $\Delta g$ , парирующая внешнее возмущение  $\Delta f$ . Процесс настройки НС предлагается рассматривать как «свою» систему управления, замкнутую по его выходной координате.

Первый способ предусматривает автономную настройку весов взаимосвязи между нейронами без базовой САУ. Замыкание НС обеспечивается сравнением его выходного сигнала с некоторым эталонным сигналом  $\Delta g_0$ . Для этого требуется его точное знание и описание. В условиях неопределённости возмущающего воздействия на объект САУ можно только в некотором приближении описать требуемое дополнительное для САУ управление. Динамика САУ при этом не учитывается.

Второй способ предполагает динамическое обучение НС в процессе работы в составе базовой САУ (согласно структурной схеме рис. 1). Здесь также полагаются неизвестными поправки закона управления, формируемые в контуре коррекции системы, т.е. отсутствие эталонного значения выходного сигнала НС. Замыкание контура настройки НС по цепи его главной обратной связи может выполняться в свою очередь по двум динамическим координатам САУ: 1) сигнал рассогласования между выходной координатой ЭМ и ОУ  $\varepsilon(t)$ ; 2) ошибка от нерасчетного не измеряемого возмущения  $\Delta f(t)$ . Обучение должно производиться при задании управляющего воздействия и симулировании внешнего возмущения и дрейфа внутренних параметров базовой САУ. При этом учитывается динамика основного контура САУ и контура выделения ошибки от нерасчетного дополнительного управления.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-08-01126 «а».*

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

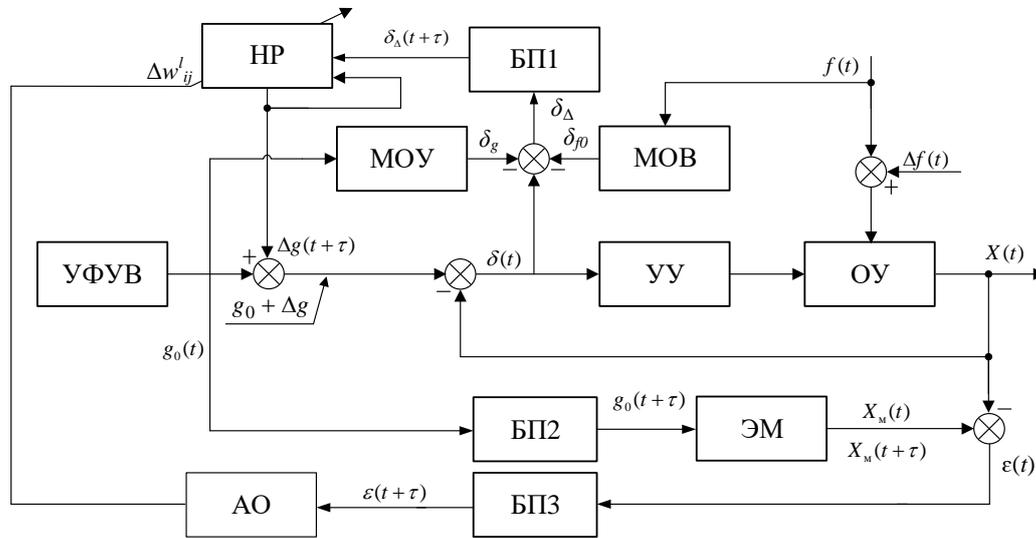
1. Кобзев, А. А. Динамическая коррекция управляющего воздействия в робототехнических системах на базе нейросетевой технологии с онлайн-обучением / А. А. Кобзев, А. В. Лекарева, О. С. Сидорова // Современные наукоёмкие технологии. 2018, № 12, том 2. – С. 282-288. ISSN 1812-7320.  
Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.; Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2017. 1104 с. ISBN 978-5-8459-2069-0.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В СИСТЕМАХ С КОМПЛЕМЕНТАРНОЙ КОРРЕКЦИЕЙ И НЕЙРОСЕТЕВЫМ РЕГУЛЯТОРОМ**

Для повышения точности управления технологическими процессами и различного вида объектами наряду с адаптивным и оптимальным управлением может эффективно применяться комплементарное управление, предусматривающее введение дополнительной составляющей в управляющее воздействие. В таких системах автоматического управления (САУ) возможно использование прогнозирующего (ПУ) [1], [2] и интеллектуального управления с реализацией контуров адаптации на основе нейронных сетей, или нейросетевых регуляторов [3], [4].

В техническом плане эта задача наиболее остро встаёт для мобильных технологических роботов. Особенность построения таких систем накладывает специфику для построения и реализации симбиоза прогнозирующего управления с контурами на нейронных сетях. Отметим некоторые, имеющие здесь принципиальное значение особенности. САУ представляет две последовательно соединённые взаимосвязанные системы. Первая (транспортная система) сама генерирует возмущающие воздействия при движении по местности, подлежащие их компенсации. Координатные колебания корпуса в свою очередь являются возмущающими воздействиями для второй технологической системы. Как правило, это технологические роботы или системы слежения за подвижными объектами; закон изменения возмущающего и управляющего воздействия носит случайный характер и представляет субгармоническую функцию. Для объектов типа консольной балки её продольная ось в силу конструктивных особенностей не охвачена главной обратной связью. Аналогичная ситуация имеет место в металлорежущих станках, где регулируемые координаты определяются положением режущей кромки инструмента. Разработка структур САУ с ПУ в зависимости от вида управляемого процесса или объекта управления состоит во введении адаптивного дополнительного управления с прогнозом. Применение нейросетевого регулятора обусловлено сложностью математического описания, не полностью определённым значением регулируемой координаты. Структура относится к классу адаптивных систем с эталонной моделью.

Функциональная схема САУ с прогнозирующей моделью и нейросетевым регулятором в контуре адаптации приведена на рис. 1.



**Рис. 1. Функциональная схема САУ с прогнозирующим управлением  $\varepsilon(t)$  и нейросетевым регулятором в контуре дополнительного управления**

На схеме обозначено: УФУВ – устройство формирования управляющего воздействия; УУ – устройство управления; ОУ – объект управления; ЭМ – эталонная модель, обладающая заданными динамическими показателями; МОУ – модель ОУ по ошибке от управляющего воздействия; МОВ – модель ОУ по ошибке от возмущающего воздействия. МОВ и МОУ образованы статическими зависимостями первого и второго коэффициентов ошибки от соответствующего воздействия; НР – нейронная сеть, или регулятор; АО – алгоритм обучения; БП1, БП2, БП3 – блоки прогнозирования. Переменные системы:  $g_0(t)$ ,  $f(t)$  – управляющее и возмущающее воздействия соответственно;  $X(t)$ ,  $X_m(t)$  – регулируемая координата и выходная координата эталонной модели соответственно;  $\delta(t)$  – суммарная ошибка системы;  $\Delta f(t)$  – дополнительное не измеряемое возмущение;  $\delta_{f0}(t)$ ,  $\delta_g(t)$  – составляющие ошибки системы, обусловленные возмущающим и задающим воздействиями;  $\delta_\Delta(t)$  – составляющая ошибки, пропорциональная дополнительному возмущению;  $\Delta g(t)$  – дополнительная составляющая управляющего воздействия;  $\varepsilon(t)$  – ошибка между выходной координатой ОУ и ЭМ. Составляющие переменных с упреждением (прогнозированием)  $g_0(t + \tau)$ ,  $\Delta g(t + \tau)$ ,  $X_m(t + \tau)$ ,  $\delta_\Delta(t + \tau)$ ,  $\varepsilon(t + \tau)$ . Здесь показаны три блока прогнозирования БП1, БП2, БП3 для выявления наиболее рациональной структуры и места их введения.

Особенности системы:

- для выделения ошибки от нерасчётного возмущения использованы модели по ошибке от управления и возмущения;

на вход нейронной сети подаются сигналы ошибки по нерасчётному возмущению и выходной сигнал НР;

- целевая функция алгоритма обучения нейронной сети – ошибка между выходами модели и системы;

- на схеме показаны три блока прогнозирования. Это позволяет вести исследования различных вариантов формирования дополнительного управления и алгоритма обучения НР с прогнозом:

1) без прогнозирующего управления; БП1, БП2, БП3 отсутствуют;

2) в функции только прогноза ошибки от нерасчётного возмущения, включён только БП1;

3) целевая функция АО – ошибка модели и системы, только БП3;

4) целевая функция АО – прогнозируемые ошибки модели и системы, БП1, БП2, БП3.

Для прогнозирования соответствующих переменных могут быть использованы различные методы и интерполяционные полиномы: на основе интерполяционных полиномов Лагранжа, Ньютона и Эткина; глобальная и кусочно-полиномиальная интерполяция; интерполяция сплайнами и кусочно-полиномиальная, метод наименьших квадратов и др. Лучшие результаты дают интерполяционная формула Ньютона, кубическая интерполяция сплайнами и аппроксимация методом наименьших квадратов [2].

Для обучения нейронной сети можно использовать два варианта. Первый состоит в автономной настройке с симулятором входных для нейронной сети сигналов: управляющее воздействие, выход системы, ошибки от моментного возмущения и управляющего воздействия. Здесь проще реализовывать прогнозирующее управление, используя задержки всех других сигналов относительно управления. Проблемный вопрос состоит в сложности формирования эталонного вида выходного сигнала сети. Второй вариант предусматривает обучение нейронной сети в режиме моделирования полной структуры, приведенной на рис. 1. В зависимости от варианта введения прогнозирующих сигналов соответственно подключаются блоки прогнозирования БП1 – БП3.

В качестве алгоритма обучения принят алгоритм обратного распространения ошибки (метод моментов) с регуляризацией [4] в силу простоты его реализации и малых вычислительных затрат. Целевая функция – ошиб-

ка системы и эталонной модели. В качестве основного входа нейронной сети выступает ошибка пропорциональная внешнему неопределённому возмущению, а также задержанные значения данного сигнала, определяемые порядком дифференциальных уравнений рассматриваемой динамической системы. Для обучения НС могут применяться сигналы задающего воздействия и регулируемой переменной.

Моделировалась система без прогнозирующего управления и с прогнозированием. Анализировался вариант введения прогнозирования в ошибку по возмущению (введен только блок БП1). Прогнозирующая функция – интерполяционный полином Ньютона. Характеристика нейронной сети: 1) функция активации – логарифмическая или сигмоидальная; 2) число входов сети – 4; 3) число слоёв сети – 3; 4) число нейронов в скрытом слое – 12; 5) дискретность НС – 0,001 с. Объект управления – привод робототехнической системы.

Анализ показал, что введение прогнозирующего управления только в канал ошибки по нерасчётному возмущению уменьшает текущую ошибку по возмущению и время её компенсации на 15 – 20 %. Необходимы исследования структуры при других различных вариантах введения прогнозирующего управления в САУ с комплементарной коррекцией и нейросетевым регулятором в адаптивном контуре.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-08-01126.*

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кабанов, С. А. Управление системами на прогнозирующих моделях / С. А. Кабанов // СПб.: СПбГУ, 1997. – 200 с.
2. Кобзев, А. А. Системы автоматического управления с параллельной прогнозирующей моделью / А. А. Кобзев, Ю. Е. Мишулин, Н. А. Новикова, А. В. Лекарева // Владимир.: ВлГУ, 2014. – 160 с.
3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.; Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2017. 1104 с. ISBN 978-5-8459-2069-0.
4. Кобзев, А. А. Динамическая коррекция управляющего воздействия в робототехнических системах на базе нейросетевой технологии с онлайн-обучением / А. А. Кобзев, А. В. Лекарева, Н. А. Новикова, О. С. Сидорова // Современные наукоемкие технологии. No. 12, vol. 2, 2018, pp. 282-288., ISSN 1812-7320.

## **КОМПЕНСАЦИЯ ДРЕЙФА ВНУТРЕННИХ ПАРАМЕТРОВ В СИСТЕМАХ С КОМПЛЕМЕНТАРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

Комплементарное управление обладает большими возможностями для повышения точности систем автоматического управления (САУ) [1]. Характерные области применения – управление траекторными перемещениями технологических и мобильных роботов. Решаемые задачи: парирование нерасчётных возмущений на объекте; изменение программной траектории при возникновении возмущений. Представляет интерес также парирование дрейфа внутренних параметров системы управления, как устройства управления, так и объекта управления. Эта задача относится к классу адаптивных систем с эталонной моделью.

Настоящая работа посвящена анализу возможности коррекции САУ с комплементарным управлением для парирования дрейфа её внутренних параметров. Основные подходы при построении структуры САУ основаны на положениях четвёртой формы инвариантности [1]. Ошибка замкнутой системы определяется

$$\delta(p) = \frac{1}{1+W(p)}g(p) + \frac{V(p)}{1+W(p)}f(p), \quad (1)$$

где:  $W(p) = \frac{A(p)}{B(p)}$ ,  $V(p) = \frac{C(p)}{D(p)}$ , передаточные функции разомкнутой си-

стемы по управляющему и возмущающему воздействиям.

Запишем (1) в строчной форме

$$H(p)\delta(p) = B(p)g(p) + L(p)f(p), \quad (2)$$

где:  $H(p) = A(p) + B(p)$ ;  $L(p) = B(p) + C(p)$ .

Рассматриваем только внутренние возмущения. Тогда с учётом принципа суперпозиции, опустив составляющую от возмущения, выражение (2) примет вид

$$H(p)\delta(p) = B(p)g(p), \quad (3)$$

Оператор, определяющий собственные свойства системы –  $A(p)$ . Вариацию параметров системы можно представить в виде вариации параметров этого оператора

$$a_i(p) = a_{i0}(p) + \Delta a_i(p).$$

Вводим дополнительное управление, тогда выражение (3) принимает вид

$$H(p)\delta(p) = B_0(p)g_0(p) + B_1(p)g_1(p). \quad (4)$$

Выполнение условий модифицированной четвертой формы инвариантности для компенсации  $\Delta a_i(p)$  возможно формированием дополнительных составляющих:

- 1) в полиноме  $B_1(p)$  при выбранном  $g_1(p)$ ;
- 2) управление  $g_1(p)$  при выбранном  $B_1(p)$ ;
- 3) управление  $\Delta g_0(p)$  при выбранном  $B_0(p)$ .

При этом необходимо иметь зависимость между составляющими

$$a_i(p) = a_{i0}(p) + \Delta a_i(p), \quad g(p) = g_0(p) + \Delta g_i(p). \quad (4)$$

При реализации этого способа парирования внутренних возмущений используется текущая ошибка или её функции. Здесь следует учитывать или оценивать следующие вопросы: 1) допустимый диапазон дрейфа параметров, не приводящий к потере устойчивости; 2) выделение физических параметров САУ, приводящий к изменению показателей качества (в переходном процессе, ошибки слежения); 3) физическую реализацию дополнительной составляющей; 4) место и способ её введения (на стадии формирования управления, как автономная составляющая, дополнительная составляющая в замкнутом контуре и др.).

В качестве адаптивного контура, формирующего дополнительную составляющую целесообразно использовать нейронную сеть [2]. При моделировании исследовалась система с контурами введения дополнительной составляющей как автономной составляющей в управление и как корректирующей в модуле формирования управляющего воздействия. Переменными параметрами системы были коэффициент передачи прямого

тракта и большая постоянная времени звена. Эффект коррекции был в пределах дрейфа параметров, не приводящих к потере устойчивости системы.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-08-01126 «а».*

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кобзев, А. А. Системы автоматического управления с параллельной прогнозирующей моделью / А. А. Кобзев, Ю. Е. Мишулин, Н. А. Новикова, А. В. Лекарева // Владимир: ВлГУ, 2014. – 160 с.
2. Кобзев, А. А. Динамическая коррекция управляющего воздействия в робототехнических системах на базе нейросетевой технологии с онлайн-обучением / А. А. Кобзев, А. В. Лекарева, Н. А. Новикова, О. С. Сидорова // Современные наукоемкие технологии. No. 12, vol. 2, 2018, pp. 282-288., ISSN 1812-7320.

УДК 621.9

*Ю. Е. Мишулин, А. Р. Сорокин, М. А. Штурмин (Россия, г. Владимир, ВлГУ)*

## СИМУЛЯТОР ВАРИАЦИИ ВНУТРЕННИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА ПРИ ОБУЧЕНИИ НЕЙРОННОГО РЕГУЛЯТОРА

При создании систем управления различными динамическими объектами в настоящее время всё чаще используют нейронные сети. Нейронные сети имеют способность к самообучению, что исключает необходимость в большом объёме информации для нейроконтроллеров и делает их пригодными для регулирования в условиях существенных неопределённостей [1].

Одной из основных задач управления, решаемых при проектировании систем адаптивного управления (САУ) динамическими объектами, является задача адаптивной компенсации внешних неизмеряемых возмущений с обеспечением выполнения заданной цели управления.

Структурная схема САУ с моделью и нейронным регулятором в контуре адаптации приведена на рис. 1. В этой системе осуществляется настройка САУ, в которой изменяются параметры объекта управления и непосредственно устройства управления. Это, например изменение параметров устройства управления или объекта с изменением температуры,

изменение параметров объекта управления (момент инерции при изменении размера плеча робота, моментов сопротивления и т.п.). Принцип действия адаптивной САУ с моделью состоит в настройке системы на характеристики эталонной модели, соответствующие номинальным параметрам системы и возмущающим воздействиям.

Цель адаптивного управления – минимизировать критерий качества настройки, являющийся функцией разности выходных координат эталонной модели  $x_3(t)$  и настраиваемой системы  $x(t)$

$$Q = f(\varepsilon(t)), \quad (1)$$

где  $\varepsilon(t) = x_3(t) - x(t)$ . Этот критерий используется как функция минимизации при настройке нейронного регулятора.

Как правило, в качестве критерия настройки (1) выбирается интеграл от среднеквадратичного значения ошибки в виде

$$Q = \int \varepsilon^2(\lambda_i, t) dt, \quad (2)$$

где  $\lambda_i$  – настраиваемый параметр.

Минимизация критерия (2) выполняется автоматическим изменением одного или нескольких физических параметров САУ.

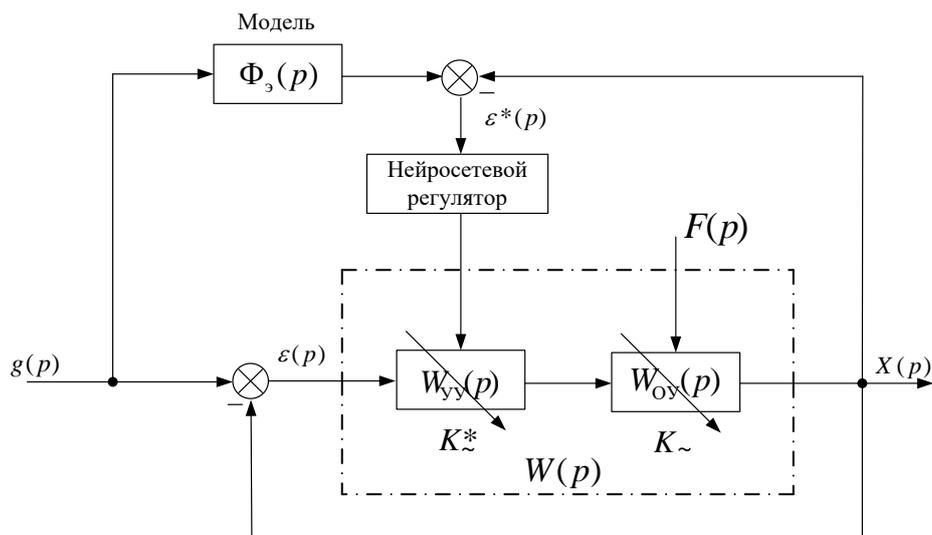


Рис. 1. Адаптивная САУ с моделью

Введение симулятора вариации внутренних параметров объекта позволяет настраивать нейронный регулятор непосредственно при работе САУ.

Структурная схема исследуемой системы (САУ с моделью и симулятором) приведена на рис. 2. Прямой контур САУ описывается передаточной функцией по управляющему воздействию вида

$$W(p) = W_{yy}(p)W_{oy}(p),$$

где устройство управления описывается передаточной функцией

$$W_{yy1}(p) = K_1,$$

$K_1$  – настраиваемый коэффициент;

усилитель-преобразователь, описываемый передаточной функцией

$$W_{yy2}(p) = \frac{K_2}{(T_2 p + 1)};$$

объект управления с исполнительным двигателем, описываемый передаточной функцией

$$W_{oy}(p) = \frac{K_3}{p(T_3 p + 1)(T_4 p + 1)},$$

где  $T_3$  – изменяемая постоянная времени объекта управления,  $K_3$  – изменяемый коэффициент.

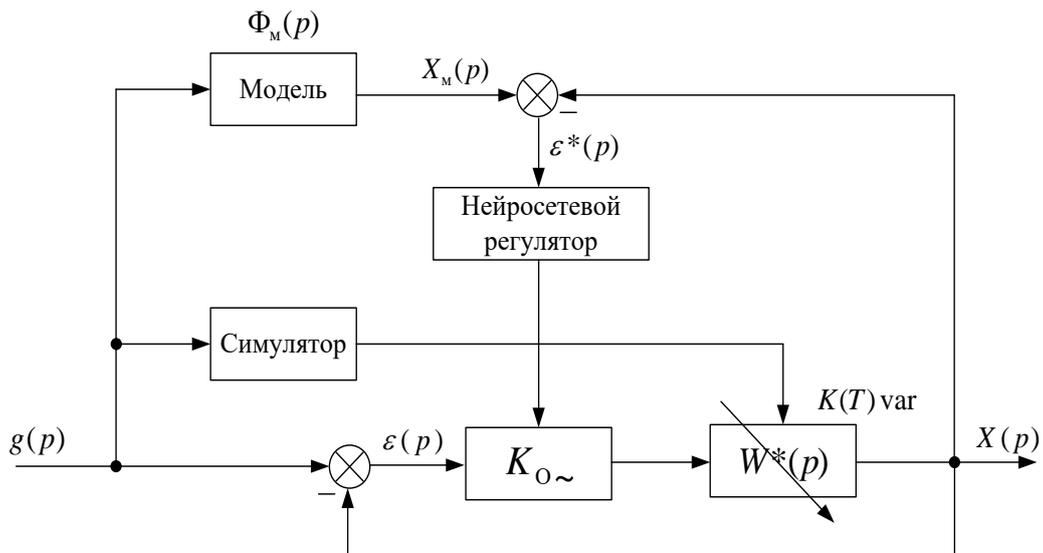


Рис. 2. Адаптивная САУ с моделью и симулятором

При исследовании системы законы изменения управляющего воздействия формировались в виде:

а)  $g(t) = g_m 1(t)$ ,  $g_m = g_1 g_2 \dots$ ,  $g_m = \langle 1, 2, 5 \rangle$ ;

б)  $g(t) = g_m^* t$ ;

здесь \* – символ производной  $g(t)^* = (1; 0,5; 0,2; 0,1) / c$ ;

в)  $g(t) = g_m \sin \omega t$ ,  $\omega = 2\pi f$ , где  $f = \langle 1, 2, 5 \rangle c^{-1}$ ;  $g_m = \langle 1, 2, 5 \rangle$ .

Законы изменения варьируемых параметров:

а)  $\Delta T_3(t) = \pm(0,5; 0,2; 0,1)1(t)$ ;

б)  $\Delta T_3(t) = T_{3m}^* t$ ;  $T_{3m}^* = (\pm 0,5; 0,2; 0,1) * 0,1 c^{-1}$ ;

в)  $\Delta T_3(t) = \Delta T_3(t) \sin \omega_1 t$ ;  $\Delta T_3(t) = 0,5; 0,2; 0,1$ ;

$$\omega_1 = 0,1[\omega [g_{mc} \sin \omega t]].$$

г)  $\Delta K_3(t) = \pm (0,5; 1,5)1(t)$ ;

Проведённые исследование адаптивной САУ при изменении коэффициента передачи объекта управления показали работоспособность системы с симулятором.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-08-01126 «а».*

## СПИСОК ИСПОЛЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев, В. И., Ильясов Б. Г. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика: учебное пособие. – М.: Радиотехника, 2009. – 392 с. – ISBN 978-5-88070-225-1.

## АНАЛИЗ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ АВТОНОМНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В настоящее время большинство автопроизводителей мира активно работают над созданием автоматизированных систем управления автомобилями.

Принципы и методы, используемые при этом, фактически реализуют задачи автоматического управления в мехатронных системах. Это позволяет определить автомобиль с развитой системой автономного управления как мехатронную систему управления – МСУ.

Основываясь на классификации роботов, предложенных Е. П. Поповым [1], МСУ можно разделить по участию человека в управлении на следующие типы: автоматические, биотехнические и интерактивные (таблица 1.).

**Таблица 1 – Классификация мехатронных систем управления**

Типы МСУ	Разновидности МСУ
I. Автоматические	1. Программные 2. Адаптивные 3. Интеллектуальные 4. Нейросетевые
II. Биотехнические	1. Командные 2. Копирующие 3. Полуавтоматические
III. Интерактивные	1. Автоматизированные 2. Супервизорные 3. Диалоговые

Программные МСУ работают по жёсткой программе. Их поведение меняется в результате смены программы. Вся информация об изменении внешней среды вводится при смене программного обеспечения. Перестроиться на новую программу, приспособиться к произошедшим внешним изменениям МСУ I-го поколения без помощи человека не может. Адаптивные системы реагируют на изменения внешней среды имеют развитую систему восприятия информации о внешней среде, преобразуют её в управляющую информацию в реальном времени. Эти МСУ имеют мощную вычислительную систему на базе микропроцессорной техники и имеют блок

сенсорных датчиков. Здесь МСУ может функционировать в изменяющейся обстановке с адаптацией к ней. Интеллектуальные МСУ работают как промышленные (I поколение), так и как адаптивные (II поколение), то есть воспринимают изменения внешней среды и меняют своё поведение в соответствии с этими изменениями. Их отличие от I-го и II-го поколений в том, что они могут планировать своё поведение и решать поставленную задачу согласно выбранным критериальным оценкам и в рамках этих ограничений и среди множества способов решения задачи выбирают наилучший способ и решают задачу управления. Такие системы могут воспринимать и распознавать обстановку, строить модель среды, автоматически принимать решение о своих дальнейших действиях, работать, реагируя на изменение внешней среды, самообучаться путём накопления опыта и анализа своих действий. МСУ с нейросетевым управлением имеют обучаемые нейросети или управляются от нейрокомпьютеров.

В управлении биотехническим типом МСУ непосредственно участвует человек-оператор (в транспорте – водитель). Этот тип МСУ имеет развитую систему человеко-машинного интерфейса. В командно-управляемой МС оператор дистанционно, с пульта управления, управляет работой ИУ. Имеющиеся датчики предназначены в основном для предотвращения нежелательных действий, предупреждения оператора о наступлении тех или иных действий. Копирующие биотехнические МСУ имеют характерное задающее устройство. Когда оператор перемещает задающее устройство, то исполнительные устройства, непосредственно связанные с задающим устройством, копируют перемещение задающего устройства (например, электроусилитель рулевого управления). В системе управления полуавтоматически управляемого биотехнического МСУ участвуют одновременно оператор и система. В этом случае задача МСУ состоит в том, чтобы сформировать воздействующие сигналы управления исполнительными устройствами в зависимости от команд, поступивших от оператора. Так как решение о выполнении того или иного действия исходит непосредственно от оператора, то система управления в этом случае не содержит развитую систему сенсорных датчиков.

Автоматизированные МСУ интерактивного типа имеют систему управления, которая в зависимости от выполняемой операции может изменять режимы работы, функционируя как в качестве автоматического, так и биотехнического МСУ. Интерактивные МСУ с супервизорным управлением имеют возможность выполнять цикл операций в автоматическом режи-

ме, однако переход от одной операции к другой производится по команде оператора через человеко-машинный интерфейс. МСУ с диалоговым управлением имеют развитую систему человеко-машинного интерфейса. Оператор и система совместно принимают решение по управлению МСУ. Взаимодействие оператора с МСУ может осуществляться не только подачей команд клавишами управления, но и подачей команд голосом с получением ответного сообщения. МСУ этого типа имеет совершенную систему управления, где система участвует в формулировке задач по достижению поставленной цели.

В автомобилестроении понятие «уровень автономии» изначально было опубликовано Международным обществом автомобильных инженеров (SAE) в 2014 году, когда начали развиваться «автоматизированные движущие системы» и были определены шесть уровней автономии для беспилотных автомобилей в будущем. В сентябре 2016 года Национальная администрация безопасности дорожного движения (NHTSA) приняла свою собственную систему формальной классификации – стандарт SAE J 3016 [2].

Таким образом, задачи автоматического управления движением автомобилей фактически идентичны подходам к управлению в мехатронике.

**Таблица 2 – Классы автоматизации управления ТС согласно стандарту SAE J 3016**

№	Уровень	Описание	Функция
1	2	3	4
0	Без автоматизации	Все функции контролируются водителем: рулевое управление, ускорение, торможение (эти три пункта часто объединяются в аббревиатуру <i>ST&amp;B</i> ), навигация, использование поворотников, смена полос и непосредственно повороты. ТС, оснащённые системами мониторинга мёртвых зон и предупреждения столкновений, тоже относятся в эту категорию. Водитель несёт ответственность за все действия, подразумеваемые вождением	Обработка информации о внешней среде дублируется водителем. Решение о коррекции движения принимает водитель
1	Включающий помощь водителю	Содействие водителю в управлении рулевой системой или тормозами и педалью подачи топлива, используя информацию о внешней среде. ТС, входящие в эту категорию, могут при определённых обстоятельствах брать на себя функции <i>ST&amp;B</i> . Однако человек, сидящий за рулём, должен постоянно контролировать ситуацию и при необходимости вмешаться	

2	Частично автоматизированный	Эти ТС также могут выполнять функции <i>ST&amp;B</i> , но на более постоянной основе. Технология позволяет водителю вмешаться, если тот думает, что ситуация не может контролироваться автоматически. Здесь присутствуют как минимум две автоматические функции, но водитель по-прежнему несёт ответственность за все остальные действия, подразумеваемые вождением	
3	Условно автоматизированный	В зависимости от условий, ТС может анализировать окружающую обстановку и выполнять функции <i>ST&amp;B</i> . Этот тип автономных систем предназначен главным образом для использования на шоссе. Человеческое вмешательство по-прежнему необходимо в чрезвычайных или непредвиденных ситуациях	Система управления движением формирует управляющие воздействия на основе самостоятельного анализа внешней среды
4	Высоко автоматизированный	Система управления движением ТС берёт на себя управление даже в том случае, если водитель не отреагировал на требование вмешаться в процесс управления, т.е. разрешение водителя не является необходимым. ТС самостоятельно справляется со всеми задачами, необходимыми для вождения. Вмешательство человека во время функционирования системы не требуется. Однако есть ограничения, связанные с погодными условиями	
5	Полностью автоматизированный	Система управления движением ТС полностью берёт на себя те же функции, что и водитель, при этом она может работать в любых условиях внешней среды	

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Стандарт *SAE J 3016-2018* «Классификация и систематизация, а также определения терминов, относящихся к системам автоматизации вождения для дорожных моторных транспортных средств». [Электронный ресурс]. URL: [http://www.sae.org/misc/pdfs/automated\\_driving.pdf](http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf) (дата обращения 15.10.2019).
2. Системы очувствления и адаптивные промышленные роботы / В. Б. Брагин, Ю. Г. Войлов, Ю. Д. Жаботинский и др.; Под общ. ред. Е. П. Попова, В. В. Ключева. – М: Машиностроение, 1985. – 256 с., ил.

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ОБУЧАЮЩИХ ВЕКТОРОВ НА КАЧЕСТВО РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕФЕКТОВ В ЗАДАЧАХ ДИАГНОСТИКИ**

Развитие систем диагностики является перспективным путём повышения надёжности, снижения эксплуатационных затрат и повышения экономической эффективности промышленных электромеханических систем (ЭМС).

Необходимы такие системы и алгоритмы диагностирования, которые могли комплексно оценивать техническое состояние объекта, обеспечивать раннее обнаружение неисправностей и прогнозировать их эволюцию.

Для решения подобного рода задач необходимо обобщение известных аналитических и эвристических методов и разработка новых в рамках единой автоматизированной системы технического диагностирования. Возрастающая сложность ЭМС, невозможность непосредственно выполнять оценку состояния, развивающаяся отрасль знаний, использующая компьютер как систему управления и измерений требует пересмотра существующих традиционных концепций диагностирования. Одной из таких концепций является сочетание теории экспертных систем с методами математического моделирования и систем искусственного интеллекта, при непрерывном отслеживании фактического состояния.

В задачах диагностики в настоящее время используются искусственные нейронные сети (ИНС). Алгоритмы диагностики на основе ИНС позволяют эффективно выявлять дефекты в электромеханических системах. Однако в реальных системах использование устройств преобразования аналоговых сигналов в цифровые и наличие помех приводят к деформации векторов, снижающих точность распознавания дефектов электромеханических систем.

Работа нейронной сети состоит в преобразовании входных сигналов, в результате чего меняется внутреннее состояние сети и формируются выходные воздействия. Большинство моделей ИНС требуют обучения. В общем случае, обучение – такой выбор параметров сети, при котором сеть лучше всего справляется с поставленной задачей.

Нейронные сети, использующие обучение с учителем предполагает, что для каждого входного вектора существует целевой вектор, представ-

ляющий собой требуемый выход. Вместе они называются обучающей парой. Обычно сеть обучается на некотором числе таких обучающих пар. Предъявляется выходной вектор, вычисляется выход сети и сравнивается с соответствующим целевым вектором. Далее веса изменяются в соответствии с алгоритмом, стремящимся минимизировать ошибку. Векторы обучающего множества предъявляются последовательно, вычисляются ошибки и веса подстраиваются для каждого вектора до тех пор, пока ошибка по всему обучающему массиву не достигнет приемлемого уровня.

После исследования большинства типов нейросетей, была определена сеть, наиболее точно воспроизводящая заданные зависимости. Ей оказалась вероятностная сеть *Probabilistic Neural Network* одна из разновидностей радиально базисных сетей.

Вероятностная нейронная сеть (*PNN* – «*Probabilistic Neural Network*») представляет собой параллельную реализацию статистических методов Байеса. В *PNN* образцы классифицируются на основе оценок их близости к соседним образцам. При этом используется ряд критериев статистических методов, на основе которых принимается решение о том, к какому классу отнести ещё не классифицированный образец. Формальным правилом при классификации является то, что класс с наиболее плотным распределением в области неизвестного образца, а также с более высокой априорной вероятностью и с более высокой ценой ошибки классификации, будет иметь преимущество по сравнению с другими классами.

Выполним анализ возможных изменений в структуре векторов используемых для диагностирования дефектов. Будем рассматривать величину отклонения от базовых векторов, используемых при обучении НС, потерю элементов или их увеличение в векторах и при наличии помех. Анализ ведётся при изменении точности обучения в интервале погрешностей от 0,1 до 0,0001 для всех экспериментов. Базовая НС обучалась на ста векторах, при отклонении диагностируемого параметра от одной десятой до одной тысячной от базового вектора.

Изначально было проведено исследование формы представления обучающих данных и векторов целей. Рассматривались варианты, представленные в таблице. Представлять информацию для программирования можно несколькими способами. Обучающие данные и целевые функции можно представлять как вектором строкой, так и матрицей векторов. В зависимости от комбинаций результаты обучения существенно отличаются.

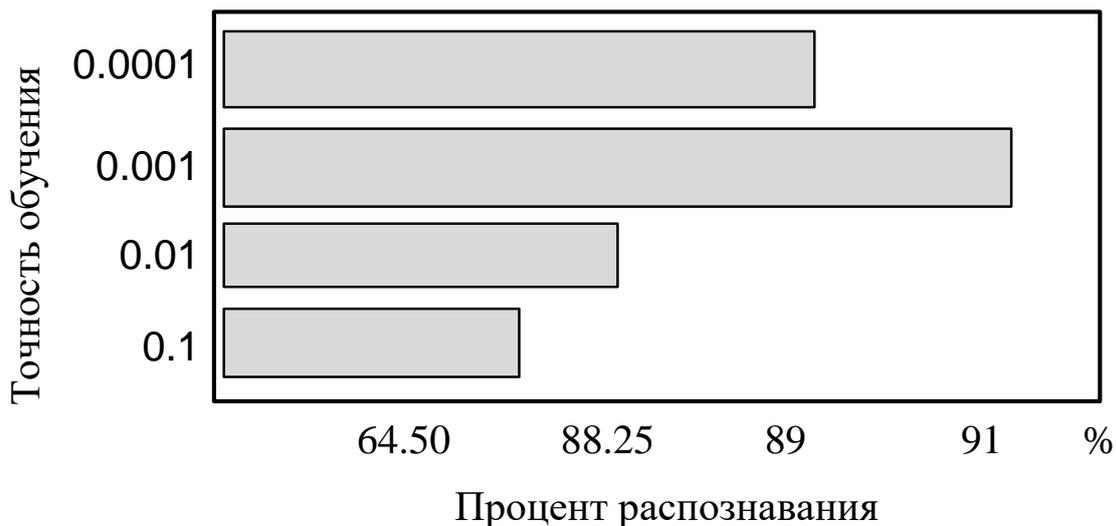
**Таблица – Варианты представления обучаемых данных и целей**

Вариант представления (P – обучающие вектора, Tc – цели)*	Вектор стро- ка		Матрица		Результат распознавания	
	P	Tc	P	Tc	да	нет
1.	+			+		-
2. Число элементов P и Tc равны			+	+		-
3.	+	+				-
4.	+			+	+	
5. Число элементов P и Tc равны	+	+				-

\*В этой таблице P – вектор обучаемых данных, Tc – вектор целей.

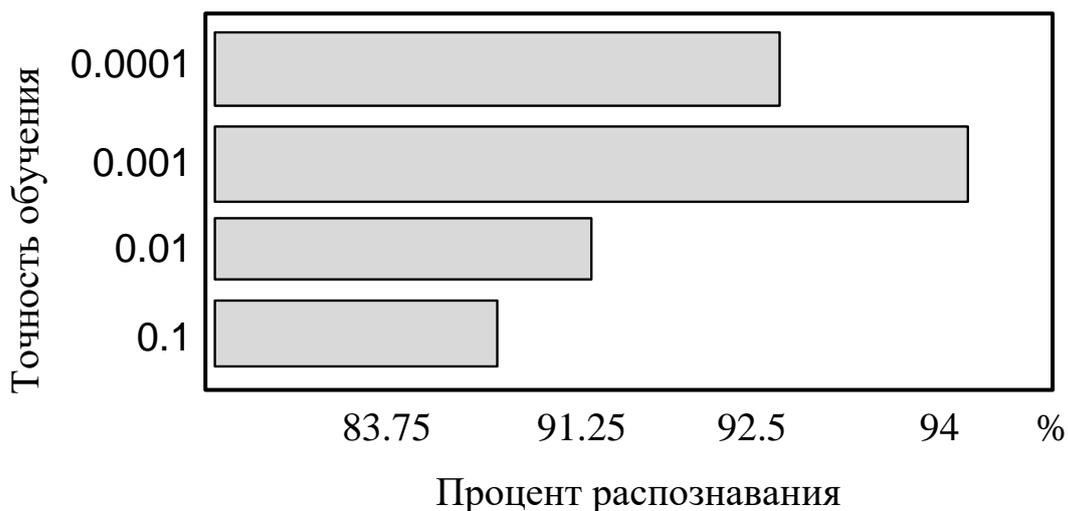
Четвёртый вариант дал положительные результаты.

Исследование точности обучения и её влияние на точность распознавания выполнялось по группе обучающих данных и вычислялось среднее значение. Различия в распознавании представлены на рис. 1.



**Рис. 1. Диаграмма зависимости процента распознавания от точности обучения**

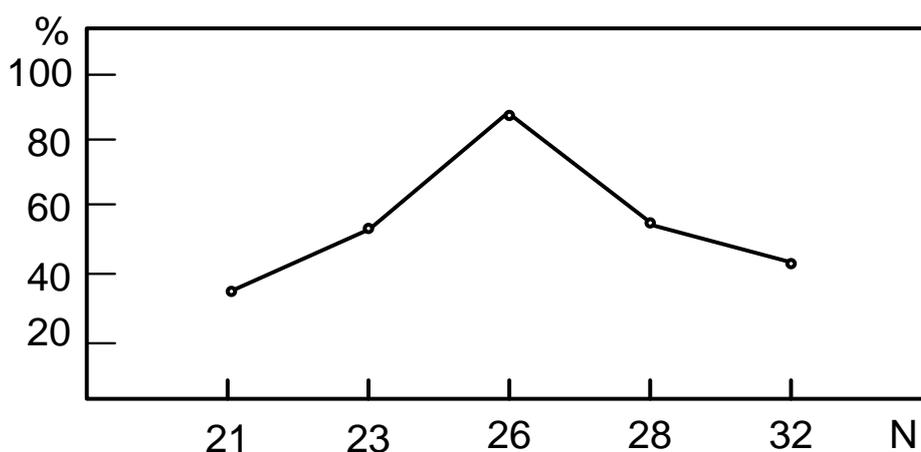
Исследование работоспособности сети проверялась при изменении параметров объекта диагностики с различной точностью обучения. При этом отклонение параметров устанавливалось 0,1 % от исходного состояния. На опознание предъявлялись произвольные вектора, отличные от обучающих векторов. Результаты распознавания представлены на рис. 2.



**Рис. 2. Диаграмма зависимости процента распознавания от точности обучения при изменении параметров системы**

Рассмотрим ещё два важных аспекта при выполнении диагностирования. В процессе работы возможны ситуации, когда при измерении можно потерять некоторое число элементов вектора или получить лишние данные измерений в векторе представленного для анализа. Это связано с работой устройств преобразования сигналов из одного вида в другой и наличием помех в измеряемых сигналах.

Базовый вектор имеет 26 элементов. При увеличении размера вектора на 6 элементов и уменьшении на 5 элементов точность распознавания резко уменьшается.



**Рис. 3. Зависимость качества распознавания от числа элементов в векторе**

Для оценки влияния шумов использовали дискретное представление обучающих данных при различных значениях параметров объекта диагностирования. Уровень шумов менялся в небольшом диапазоне.

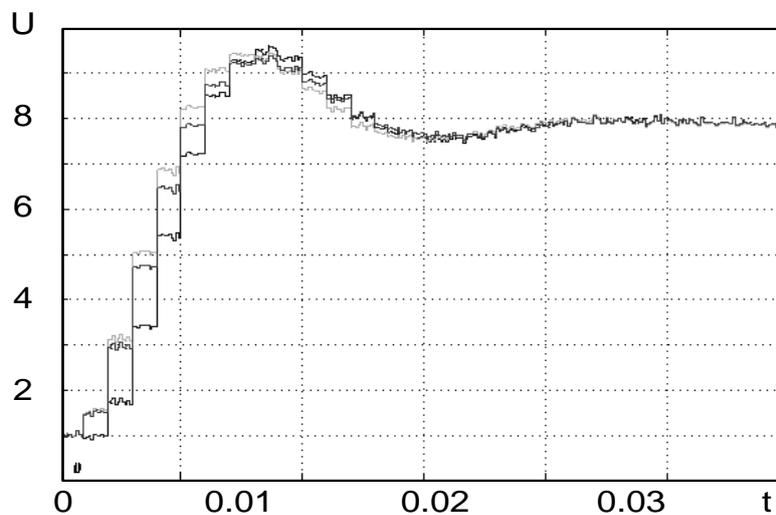


Рис. 4. Зашумлённые данные, используемые для диагностики

В экспериментах использовались аналогичные данные и условия проведения эксперимента. При незначительном изменении уровня шумов распознавание приближается к ста процентам.

Заключение. При использовании разработанной сети в однотипных объектах обязательным условием является нормализация вектора по числу элементов. В моделях для этой цели используется блок *ZeroOdeHold*. Сеть лучше работает при изменении исследуемого параметра на 0,001 и лучшие результаты достигаются при обучении сети с точностью  $S = 0,001$ .

Точность резко снижается при потере или увеличении числа элементов в векторе, предъявляемом для опознания. Отсюда следует вывод, что входной вектор должен содержать такое же количество элементов, что и обучающий вектор.

Изменение входного вектора допустимо в пределах  $[0,03; -0,03]$  без снижения качества распознавания.

Чтоб исследуемая сеть работала устойчиво, необходимо чтобы входные значения были представлены вектором строкой, а цели преобразованы из векторов строк в матрицу векторов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-08-01126 «а».*

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методы искусственного интеллекта в диагностике: учеб. пособие /О. В. Веселов, П. С. Сабуров; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 250 с.
2. Медведев, В. С., Потемкин, В. Г. Нейронные сети *Matlab 6* /Под общ. ред. к.т.н. В. Г Потемкина – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 496 с.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абляев А. Ю.	141	Колов Д. А.	72, 76, 80, 83
Аблаев А. А.	13	Кольпиков И. В.	323
Амирсейидов Ш. А.	194, 232	Копылов А. В.	36
Арефьев Е. В.	337, 341, 395	Королев Д. А.	87
Баженов М. Ю.	17, 61	Котельников Е. В.	348
Баженов Ю. В.	21, 87	Крылов Г. А.	104
Баландин В. М.	28, 144, 198, 344, 412	Кузин Г. И.	194, 232
Баландина Е. А.	202, 205, 209	Кузьмина А. А.	219
Барбошкин И. В.	32	Кулешов И. В.	158
Болдин А. П.	36	Куманейкин Д. А.	250
Борданов И. И.	113	Куприянова Т. А.	352
Веселов А. О.	148, 149, 150	Латышев М. В.	89
Веселов О. В.	416, 439	Лебедев М. О.	255
Волков И. В.	327	Левин А. П.	341
Гамаюнов А. Ю.	158	Лекарева А. В.	422, 425
Горбунов Р. В.	40	Макаров Л. Л.	219
Гоц А. Н.	152	Максимов В. А.	52, 55, 96, 104
Громзина А. А.	337	Максимов П. В.	55
Гусев А. Г.	127, 269	Мальшева А. С.	355
Гусев К. С.	399	Мананникова А. А.	224, 264
Денисов Ив. В.	213, 217, 219, 224, 227, 229, 231	Мигдалов Е. Ф.	227
Денисов Ил. В.	44	Митрофанова А. С.	429
Дианов А. Б.	17, 21, 182, 188, 232	Мишулин Ю. Е.	425, 429, 431
Драгомиров М. С.	158	Мищенко З. В.	348, 352, 355, 358
Драгомиров С. Г.	158	Молочков Д. А.	329
Дюринг С. М.	170	Морозов А. А.	109
Ершов П. П.	48	Назаров А. А.	52
Завгородний А. А.	52, 55	Немонтов В. А.	435
Игнатов М. С.	164, 168	Немков В. А.	113, 116, 120
Ильин А. А.	419	Никитин С. А.	174
Исмаилов Р. И.	52, 55	Нуждин Р. В.	48
Калашникова Н. С.	237	Огнев М. В.	141
Калёнов В. П.	61	Орлов Д. Ю.	361, 365, 370, 379, 388, 395, 397, 399
Кенжегалиев Б. А.	66	Орлов Ю. А.	379, 388, 395
Киндеев Е. А.	239, 243, 247	Павлов А. А.	358
Кириллов А. Г.	89	Перехрест В. Ф.	333
Клевцов В. С.	152, 170	Поживилов Н. В.	52, 55, 104
Кобзев А. А.	419, 422, 425, 429	Ратников А. С.	124
		Родионов Р. В.	419

Романов В. Н.	361, 397, 399
Ромодановская М. П.	403
Рябцев А. В.	267
Сарбаев В. И.	36, 127, 269
Светушенко С. Г.	416, 439
Сергеев А. Г.	32, 406, 408
Сидельников Г. В.	269
Сидорова О. С.	422
Смирнов А. А.	44
Смирнов Д. Н.	40, 109, 132, 136
Сорокин А. Р.	431
Степанова К. М.	409
Сурганова К. В.	365, 370
Суцев А. К.	409
Темнов А. М.	170
Толков А. В.	237, 264, 267, 271, 276, 280, 286, 292, 297, 301, 305
Томилов И. А.	269
Туманова Н. И.	310, 313, 316, 320, 323
Уразгалиева М. К.	66
Фролова Е. И.	422, 429
Худякова Е. О.	250, 327, 329, 333
Чурина А. С.	116, 229, 231
Чусова А. С.	36
Шарапов А. М.	178, 182, 188
Шишова М. С.	132, 136
Штурмин М. А.	431
Эйдель П. И.	158
Яблоков Д. А.	124
Яковенко И. П.	120
Ямщиков Е. Д.	17, 21, 188

*Научное издание*

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Материалы XXI Международной научно-практической конференции

21 – 22 ноября 2019 г.

г. Владимир

*Издаются в авторской редакции*

Авторы публикуемых статей несут ответственность за патентную чистоту, достоверность и точность приведённых фактов, цитат, экономико-статистических данных, собственных имён, географических названий и прочих сведений, а также за приглашение данных, не подлежащих открытой публикации и заимствованных.

Компьютерная верстка Д. Н. Смирнова

Подписано в печать 17.12.19.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 26,04. Тираж 50 экз.

Заказ №

Издательство

Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.  
600000, г. Владимир, ул. Горького, 87.