



## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 338.2 + 005.6

### ПРИМЕНЕНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

ЛАРЦЕВА Т.А., д-р экон. наук КАТАНАЕВА М.А.,  
канд. техн. наук АЛЕКСАШИНА О.В.  
Московский политехнический университет (МАМИ)  
(quality.smis@mail.ru)

*Рассмотрен процесс планирования внутреннего аудита СМК, предложен механизм определения периодичности проведения внутренних аудитов в зависимости от степени влияния процессов СМК на достижение целей в области качества с учётом рисков по процессам.*

**Ключевые слова:** СМК, планирование, процесс, внутренний аудит, риски, цели в области качества.

Lartseva T.A., Katanaeva M.A., Aleksashina O.V.  
**APPLYING A RISK-BASED APPROACH WHEN  
PLANNING AN INTERNAL AUDIT QUALITY  
MANAGEMENT SYSTEMS OF THE ORGANIZATION**

*The process of planning the internal audit of the QMS is considered, a mechanism is proposed for determining the frequency of internal audits, depending on the degree of influence of the QMS processes on the achievement of quality goals, taking into account the risks of the processes.*

**Keywords:** QMS, planning, process, internal audit, risks, goals in the field of quality.

Внутренний аудит — незаменимый инструмент улучшения любой системы менеджмента, так как предоставляет возможность периодически оценивать её адекватность и пригодность. В частности, оцениваются: степень соответствия системы и её процессов контексту организации, запланированным мероприятиям и всем установленным в её рамках требованиям (требованиям стандартов, требованиям самой организации и требованиям заинтересованных сторон); степень адекватности реагирования на изменения внутренней и внешней среды, выраженную через степень

соответствия продукции и/или услуг организации текущим и прогнозируемым тенденциям рынка; способность системы и её процессов результативно функционировать и обеспечить достижение поставленных целей.

В ходе внутреннего аудита можно увидеть последствия изменений, а также своевременно заметить отсутствие реакции на запланированные мероприятия по улучшению или осуществление корректирующих действий. Внутренние аудиты систем менеджмента дают организациям шанс взглянуть на систему менеджмента объективно, беспристрастно, независимо. Рекомендации по планированию, организации и проведению внутреннего аудита систем менеджмента представлены в ГОСТ Р ИСО 19011—2012 [1], ISO 19001:2018 [2].

При проведении внутреннего аудита систем менеджмента могут быть поставлены следующие цели [4]: определение степени соответствия проверяемого объекта предъявляемым к нему требованиям; констатация выявленных несоответствий и замечаний; оценка результативности проверяемого объекта по достижении установленных целей; проверка выполнения корректирующих мероприятий, разработанных по результатам предыдущего аудита. Процесс внутреннего аудита системы менеджмента качества (СМК) может быть описан в виде поточной диаграммы [5], включать этапы планирования, осуществления аудита, составления отчёта и др.

Рассмотрим применение риск-ориентированного подхода при планировании внутреннего аудита системы менеджмента качества. В соответствии с изменениями, внесёнными в ISO 19011:2018, процесс внутреннего аудита, как и любой другой процесс СМК, должен учитывать риски и возможности. Процесс планирования внутреннего аудита представлен на рисунке.

Планирование внутреннего аудита СМК включает два этапа: подготовку, согласование и утверждение *программы* внутреннего аудита СМК, а также подготовку и согласование *планов такого* аудита.



Программа аудитов СМК должна содержать: цели аудитов; объекты аудитов (например, процессы СМК, должностные лица и/или структурные подразделения); критерии аудитов (например, требования ГОСТ Р ИСО 9001—2015 [3], требования внутренних нормативных документов СМК организации); аудиторскую группу (включая руководителя аудиторской группы, аудиторов, технических экспертов); сроки аудитов (например, указывается месяц и год).

Программа разрабатывается с учётом статуса и важности процессов, требований СМК и участков, подлежащих аудиту, изменений, оказывающих влияние на организацию, и результатов предыдущих аудитов. Часто перед организацией встаёт вопрос, в том числе экономически обоснованный, относительно периодичности проверки объектов аудита СМК, т.е. как часто организация должна проверять то или иное структурное подразделение или процесс организации. Поэтому в рамках исследования нами поставлена задача определить периодичность проведения внутреннего аудита в зависимости от значимости объекта аудита для достижения поставленных целей в области качества, а также уровня риска процесса СМК.

Для начала необходимо определить взаимосвязь процессов и целей в области качества с точки зрения влияния процессов на их достижение. Данная взаимосвязь может быть определена с помощью коэффициентов корреляции процессов и целей в области качества. В ячейке пересечения столбца  $m$ -го процесса (П) и строки  $n$ -го критерия цели в области качества (Ц) эксперты должны определить значение показателя  $k_{mn}$  из интервала от 1 до 100. (Матрица для оценки степени влияния процессов СМК на достижение целей в области качества показана в табл. 1).

Для формирования целей в области качества могут применяться различные методы, например, SMART-анализ. Для приборной панели целевых показателей могут быть использованы следующие индикаторы качества: соответствие требованиям заказчика и/или нормативным документам; соответствие сроков проведения работ планам, установленным в договорах; соответствие затрат на проведение работ установленному бюджету.

Стоит отметить, что цели в области качества могут иметь одинаковый коэффициент весомости, а могут отличаться в зависимости от их влияния на достижение результативности СМК организации. Для учёта данных обстоятельств можно рекомендовать использовать коэффициент весомости целей в области качества  $b_n$ , при этом диапазон значений от 0 до 1.

Значение интегрального показателя влияния процесса СМК с учётом коэффициента весомости целей в области качества представляет собой количественную величину  $ЦП_m$ , определяемую по формуле:

$$ЦП_m = \frac{\sum_{i=1}^n b_n k_{mn}}{n},$$

где  $ЦП_m$  — значение  $m$ -го процесса;  $b_n$  — коэффициент значимости  $n$ -го показателя цели в области качества. Интерпретация полученных значений  $ЦП_m$  приведена в табл. 2.

Далее на основании полученных данных по оценке степени влияния процессов на достижение целей в области качества путём их сопоставления с уровнем риска рассчитывается показатель  $An$ , определяющий периодичность проведения внутреннего аудита процесса СМК. Формула для расчёта:

$$An = RT, \quad (1)$$

где  $R$  — уровень риска, определяющий периодичность проведения внутреннего аудита СМК;  $T$  — показатель значимости процесса, полученный на основании расчёта  $ЦП_m$ .

Для удобства и наглядности проведения расчётов может быть использована матрица рисков, представленная в табл. 3. Качественная оценка риска определяется произведением уровня риска на значимость процесса. Интерпретация результатов анализа такова: для показателей риска 1...2 периодичность проведения внутреннего аудита СМК составляет один раз в два года; для показателей риска, находящихся в диапазоне 3...6, — один раз в год; для показателей риска 8...12 — один раз в шесть месяцев.

Рассмотрим в качестве примера, организацию, занимающуюся производством автокомпонентов и автозапчастей. В организации определены семь процессов СМК: П1 — "Управление инфраструктурой"; П2 —

Таблица 1

Цели в области качества	Процессы СМК						
	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>	П <sub>6</sub>	П <sub>m</sub>
Ц <sub>1</sub>	$K_{11}$	$K_{21}$	$K_{31}$	$K_{41}$	$K_{51}$	$K_{61}$	$K_{m1}$
Ц <sub>2</sub>	$K_{12}$	$K_{22}$	$K_{32}$	$K_{42}$	$K_{52}$	$K_{62}$	$K_{m2}$
Ц <sub>3</sub>	$K_{13}$	$K_{23}$	$K_{33}$	$K_{43}$	$K_{53}$	$K_{63}$	$K_{m3}$
Ц <sub>n</sub>	$K_{1n}$	$K_{2n}$	$K_{3n}$	$K_{4n}$	$K_{5n}$	$K_{6n}$	$K_{mn}$

Таблица 2

Полученная количественная оценка влияния $m$ -го процесса на достижение целей в области качества $ЦП_m$	Значимость процесса для достижения целей в области качества	Показатель значимости процесса $T$ (от 1 до 3)
$ЦП_m < 60$	Низкая значимость	1
$60 \leq ЦП_m < 80$	Средняя значимость	2
$80 \leq ЦП_m < 100$	Высокая значимость	3

Таблица 3

Значимость процесса для достижения целей в области качества	Показатель значимости процесса $T$ (от 1 до 3)	Уровень риска			
		Низкий	Средний	Высокий	Критический
		1	2	3	4
Высокая	3	3	6	9	12
Средняя	2	2	4	6	8
Низкая	1	1	2	3	4

Таблица 4

Цели в области качества	$b_n$	Процессы СМК						
		$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$
Соответствие требованиям заказчика и/или нормативным документам, %	1	80	80	90	100	100	100	30
Соответствие сроков проведения работ планам, установленным в договорах, %	1	70	70	90	100	100	100	30
Снижение затрат на качество (затрат на контроль, затрат, связанных с отказами) на 15 % в сравнении с предыдущим годом	0,8	80	80	70	70	70	70	100
Увеличение объема проводимых исследований на 10 % в сравнении с предыдущим годом	0,8	50	50	70	100	100	100	0

"Управление персоналом";  $P_3$  — "Закупки";  $P_4$  — "Проектирование и разработка продукции";  $P_5$  — "Производство продукции";  $P_6$  — "Контроль продукции";  $P_7$  — "Управление внутренними аудитами СМК".

На первом этапе работ сформирована экспертная группа из числа работников организации (члены высшего руководства, руководители структурных подразделений). Экспертная группа методом балльной оценки определила значимость целей в области качества, а также взаимосвязь процессов СМК и целей в области качества организации, установленных высшим руководством, с точки зрения влияния процессов на их достижение. Результаты работы представлены в виде матрицы оценки степени влияния процессов СМК на достижение целей в области качества — в табл. 4.

Далее по первой из вышеприведённых формул рассчитаны значения интегральных показателей влияния процессов СМК с учётом коэффициента весомости целей в области качества. По результатам расчетов:  $ЦП_1 = 63,5$ ;  $ЦП_2 = 63,5$ ;  $ЦП_3 = 73$ ;  $ЦП_4 = 84$ ;  $ЦП_5 = 84$ ;  $ЦП_6 = 84$ ;  $ЦП_7 = 35$ . В соответствии со шкалой, представленной в табл. 2, определена степень влияния процессов СМК на достижение целей в области качества. По результатам анализа:  $T_{П1} = 2$ ;  $T_{П2} = 2$ ;  $T_{П3} = 2$ ;  $T_{П4} = 2$ ;  $T_{П5} = 3$ ;  $T_{П6} = 3$ ;  $T_{П7} = 1$ .

На основании полученных данных по оценке степени влияния процессов на достижение целей в области качества путём их сопоставления с уровнем риска по второй формуле рассчитан показатель  $A_n$ , определяющий периодичность проведения внутреннего аудита процесса СМК. Уровень риска рассчитан ранее по каждому процессу СМК методом качественной оценки, путём сопоставления вероятности возникновения риска и последствия от его наступления. Уро-

вень риска по процессам  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_7$  — средний, по процессам  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$ ,  $P_6$  — высокий. Показатели, определяющие периодичность проведения внутреннего аудита СМК:  $A_1 = 4$ ;  $A_2 = 4$ ;  $A_3 = 6$ ;  $A_4 = 6$ ;  $A_5 = 6$ ;  $A_6 = 6$ ;  $A_7 = 4$ .

Далее, используя матрицу, представленную в табл. 3, для данного предприятия установлена следующая периодичность проведения аудитов СМК: с процесс  $P_1$  "Управление инфраструктурой" — один раз в год;  $P_2$  "Управление персоналом" — один раз в год;  $P_3$  "Закупки" — один раз в год;  $P_4$  "Проектирование и разработка продукции" — один раз в год;  $P_5$  "Производство продукции" — один раз в год;  $P_6$  "Контроль продукции" — один раз в год;  $P_7$  "Управление внутренними аудитами СМК" — один раз в два года.

Необходимо обратить внимание, что данную методику можно применять не только для процессов верхнего уровня управления, а для всех процессов СМК, в том числе и для процессов, реализуемых на уровне структурных подразделений, что делает её универсальной.

#### Литература

- ГОСТ Р ИСО 19011—20012. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. — Введ. 2013-02-01. — Москва: Стандартинформ, 2013. — 35 с.
- ISO 19011:2018 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента [электронная версия] [https://pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso-19011-2018-\(rus\).pdf](https://pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso-19011-2018-(rus).pdf)
- ГОСТ Р ИСО 9001—2015. Системы менеджмента качества. Требования [Текст]. — Введ. 2015-11-01. — Москва: Стандартинформ, 2015. — 49 с.
- Катанаева М.А., Левина Т.А., Ларцева Т.А. Аудит систем менеджмента: Практикум — Издательство Московского Политеха. — 2019. — 43 с.
- Окрепилов В.В. Менеджмент качества: учебник. СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2013. 650 с.

Автотехника КамАЗ была представлена на 17-ой Международной выставке оборудования и технологий для переработки, утилизации и очистки сточных вод "WASMA-2021", состоявшейся начале марта в Москве в рамках Второго Международного конгресса экологических технологий. Компания презентовала здесь уникальную коммунальную технику на шасси КамАЗ-5325 и КамАЗ-53198. Это соответственно мусоровоз Фаун и электромусоровоз МСТ16-Пн.

Автомобиль-мусоровоз — один из самых распространённых видов коммунальной техники. В представленной на выставке модели учтены требования рынка и потребителей. В этом манёвренном мусоровозе установлен двигатель "Камминз ISB6.7E5 250" экологического класса "Евро-5" мощностью 250 л.с. в паре с коробкой переключения передач ZF 9S1310. Полезный объём цилиндрического кузова составляет 16 м<sup>3</sup>, коэффициент уплотнения мусора — до 6, в зависимости от типа загружаемого мусора.

Среди особенностей машины можно выделить использование шнековой технологии прессования, возможность тушить горящий мусор в бункере, а также повышенную грузоподъёмность и полную герметичность конструкции по сравнению с другими типами мусоровозного оборудования. Благодаря простой и надёжной работе пресс-шнека обеспечивается высокая производительность и максимальный коэффициент уплотнения мусора. В машине применена простейшая схема электрики и гидравлики, а за счёт равномерного распределения нагрузок на оси достигнут низкий расход топлива и отличная управляемость на скользком покрытии.

Второй экспонат — мусоровоз на электрической тяге с колёсной формулой 4×2. Грузоподъёмность автомобиля — 6 т, максимальная скорость — не менее 90 км/час, а преодолеваемый уклон — не менее 15 %. Ёмкость тяговой аккумуляторной батареи составляет 156,6 кВт·ч. Объём надстраиваемого кузова — 16 м<sup>3</sup>, тип загрузки — задний. Имеются три режима прессования — автоматический одиночный, автоматический непрерывный и ручной. Расчётный запас хода при полной массе автомобиля, с учётом работы надстройки на прессование мусора — 100 км. Это позволяет осуществлять на одной зарядке не менее двух циклов сбора и выгрузки мусора, что, в целом, соответствует обычному режиму эксплуатации мусоровозов в крупных городах.

ПАО "Северсталь" и АО "АвтоВАЗ" подписали соглашение о поставках металлопроката на 2021 г. По условиям соглашения "Северсталь" в течение года будет выполнять поставки всех видов металла, которые потребляет клиент: холоднокатаного, оцинкованного и горячекатаного травленого.

Дополнительные возможности для расширения сотрудничества даёт строительство нового непрерывно-травильного агрегата № 4. Реализация такого инвестиционного проекта на Череповецком металлургическом комбинате не случайна и обусловлена требованиями рынка. Новые модели автомобилей становятся все более прочными и безопасными, а это уже в свою очередь отражается на требованиях к металлопрокату. Новое оборудование позволит не только освоить более широкий сортамент продукции, но и повысить качество нашего проката. Уже в течение 2021 г. планируется предлагать ВАзу металл, который производится на новой линии, и приступить к одобрению новых позиций у партнера.

Возможность для поддержания и дальнейшего развития сотрудничества в том числе дали результаты оценки стандарта оценки системы менеджмента качества поставщиков альянса "Рено-Ниссан-Мицубиси" (ASES). Стандарт является единым для всех поставщиков альянса. Такой аудит, который включал в себя оценку производственной цепочки на Череповецком металлургическом комбинате и системы менеджмента качества, "Северсталь" прошла в прошлом году. По его итогам металлургическая компания получила ранг В\*, который позволяет быть рекомендованным поставщиком со стороны службы качества для участия в новых проектах заводов альянса. Таким образом, успешное прохождение аудита, подтверждающее соответствие "Северстали" строгим требованиям альянса, позволило рассмотреть новые возможности партнерства и повысить долю в поставках для клиента.

Череповецкий металлопрокат уже поставляется на большинство моделей, которые собираются на автомобильных заводах альянса в Российской Фе-

дерации. Его применяют в изготовлении таких ответственных элементов кузова автомобиля как двери, капот, крышка багажника, крылья, боковины, силовые элементы и штампованные диски колёс.

Между тем, в Череповце приступают к строительству системы инспекции качества полосы оцинкованного металлопроката. Проект продолжает инвестиционную программу, направленную на увеличение объёмов производства автолиста. Мероприятие будет реализовано в производстве плоского проката ЧерМК. Новая линия инспекции станет второй по счёту на агрегате непрерывного горячего цинкования. Оборудование позволит увеличить объём аттестованной продукции, и, как следствие — производство автолиста на данной линии. На сегодняшний день определён поставщик оборудования, а также разработан инжиниринг линии.

Автолист — продукция с самыми высокими требованиями к качеству поверхности. Реализация всех инициатив поможет повысить производство оцинкованного металла для автопроизводителей до 15 тыс. тонн в месяц. В конце прошлого года "Северсталь" запустила линию инспекции на четырёхклетевом стане холодной прокатки. Таким образом проверка качества автолиста теперь дополнительно производится до начала процесса цинкования.

К 45-летию со дня выпуска первого серийного автомобиля КамАЗ, которое на заводе отметили 16 февраля, было приурочено поощрение заводчан за успехи в выполнении приоритетных для компании задач. Награды КамАЗа, а также муниципальные, ведомственные и государственные знаки поощрения были вручены 146 работникам компании. Во время праздничного мероприятия президент Татарстана Р. Минниханов лично вручил камазовцам, внесшим большой вклад в развитие машиностроения, государственные награды республики.

Указом Президента РТ "За значительный вклад в развитие отечественного машиностроения и многолетнюю плодотворную работу" высшей государственной награды — ордена "За заслуги перед Республикой Татарстан" удостоен заместитель руководителя проекта "Тибет" — главный технолог В. Баринов. Ветеран труда М. Саттаров удостоен медали ордена "За заслуги перед РТ", а ветеран труда И. Костин — медали "100 лет со дня образования ТАССР". Ещё несколько человек получили медаль "За доблестный труд" и почётное звание "Заслуженный машиностроитель РТ".





УДК 629.331

## НОВЫЙ МАССОВЫЙ ГРУЗОВОЙ АВТОМОБИЛЬ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ ПО ПРОЕКТУ "БАЗИС" НА АГРЕГАТАХ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д-р техн. наук ДЗОЦЕНИДЗЕ Т.Д.  
(dtengiz@yandex.ru)

*В целях развития транспортной инфраструктуры сформирован и предложен технический облик нового массового грузового автомобиля повышенной проходимости на агрегатах отечественного производства по проекту "БАЗИС". Реализация проекта позволит дать рынку массовый, доступный по цене и обеспечивающий новую совокупность потребительских качеств грузовой автомобиль повышенной проходимости. В результате можно будет говорить о появлении нового важного фактора по повышению связности территорий внутри регионов страны и повышению уровня жизни населения.*

**Ключевые слова:** грузовой автомобиль повышенной проходимости, проект "БАЗИС", электромеханическая трансмиссия, дорожно-транспортная инфраструктура.

### Dzotsenidze T.D. NEW MASS PRODUCTION ALL-WHEEL DRIVE TRUCK UNDER THE BAZIS PROJECT ON DOMESTICALLY PRODUCED UNITS

*With the aim of developing the transport infrastructure, the technical content of a new mass production all-wheel drive truck based on domestically produced units under the BAZIS project has been formed and proposed. The implementation of project will provide the market with a mass production, affordable and providing a new set of consumer qualities, an all-wheel drive truck. As a result, it will be possible to speak about the emergence of a new important factor to increase the connectivity of territories within the regions of the country and improve the living standards of the population.*

**Keywords:** all-wheel drive truck, BAZIS project, electromechanical transmission, road transport infrastructure.

Тезис о том, что автомобильный транспорт является наиболее универсальным для выполнения разнообразных задач по перевозке пассажиров и грузов, в наши дни почти не оспаривается. С другой стороны, проблему повышения эффективности транспортных работ в основном привязывают к качеству дорожной инфраструктуры, её состоянию и развитию. Тот факт, что дорожное хозяйство страны требует модернизации, отмечается не только в трудах специалистов [1–4], но и на государственном уровне [5]. В процессе реализации находятся соответствующие государственные программы и национальные проекты, имеются определённые успехи. Тем не менее представляется необходимым привести цитату с сайта Президента РФ с текстом беседы В.В. Путина с временно исполняю-

щим обязанности главы Республики Коми Владимиром Уйбой в режиме видеоконференции 31 августа 2020 года [6].

Обсуждалась социально-экономическая ситуация в регионе, другие вопросы. В том числе была затронута тема состояния дорожной сети в регионе (цитата приводится без изменений): "...Проехал всю республику, и вопрос номер один (куда бы я ни приехал, а собираю я не просто в районных центрах, выезжаю непосредственно в сёла и деревни, сходы, более 60 сходов я провёл с людьми), вопрос номер один — дороги. Дороги, Владимир Владимирович, Вы не представляете. Я езжу везде на машине специально по семь, по восемь, по девять часов, чтобы, извините, на себе понять, что такое дороги. Сегодня 234 населённых пункта в республике не имеют круглогодичной связи (234!) по дорогам с твёрдым покрытием. То есть это земляные дороги. Понятно, что весна, очень, если дождливое лето, это колеи, даже на полноприводном джипе проехать невозможно. Когда приезжаю, говорю: "Почему нет врачей, почему нет учителей, почему бизнес не идёт?" Они говорят: "Дорогой мой, а как мы сюда приедем, как мы завезём сюда, дорог-то нет?". Общая протяжённость межмуниципальных региональных дорог — 4800 километров, из них — 3400 километров — это дороги либо бывший асфальт, то есть там асфальт уже просто разбит весь, им и не пахнет, либо земля, глина, суглинок и так далее. Владимир Владимирович, я понимаю, цифра огромная. Но я прошу просто посмотреть на неё как на рычаг развития республики. То есть это не просто дорога. Это на пять лет я прошу. Это совершенно другим образом развернёт республику во всё: и в инвестициях, и, естественно, в собираемости налогов, и в социальной сфере. То есть это будет просто новое лицо республики" (конец цитаты).

Легко обнаружить некоторое противоречие. Согласно данным Центра стратегических разработок российский транспортный комплекс характеризуется тремя ключевыми проблемами [7]: "...технологическая отсталость, недофинансирование и недостаточно эффективное государственное регулирование". В цитируемой работе сделан вывод, что "...целью развития транспортной системы должно стать повышение доступности территорий страны". Для чего предлагается формировать сети скоростных магистралей всех типов, развивать транспортные узлы (хабы), международные транспортные коридоры, внедрять цифровые технологии, новые технические требования и стандарты, осуществлять финансовые вливания.

Очевидно, что обсуждать проблему развития дорожно-транспортной инфраструктуры довольно затруднительно в условиях отсутствия сформулированного стратегического взгляда на развитие страны в целом. В таком случае уместно говорить о насущных задачах

сегодняшнего дня и на среднесрочную перспективу. Такого рода задачи понятны и реализуемы путём привлечения соответствующих ресурсов [8]. Однако в литературе не уделяется должного внимания такому важному фактору процесса развития, как автомобильный транспорт, иными словами, автомобилям. Ведь В.В. Уйба упомянул об этом в приведённой выше цитате. Получается, что в процессе развития дорожно-транспортной инфраструктуры, рассчитанной на годы, прямо сегодня нужны транспортные средства, приспособленные к существующим реалиям. Поменяв "угол зрения" на проблему, легко заметить, что важно вывести на рынок функциональные, современные, доступные по цене автомобили, приспособленные к наличествующей инфраструктуре ремонта и снабжения расходными материалами.

Цель настоящего исследования — сформировать и предложить технический облик нового массового грузового автомобиля повышенной проходимости на агрегатах отечественного производства как важного фактора процесса развития транспортной инфраструктуры.

В истории автомобильной промышленности нашей страны грузовой автомобиль такого типа — ГАЗ-66 серийно выпускался для нужд армии с 1963 по 1999 г. общим тиражом 966 тыс. ед. В ограниченном количестве эти автомобили применялись и в других сферах хозяйствования (рис. 1). Они широко эксплуатируются по сей день, например, в сельском хозяйстве, в том числе в странах, куда они поставлялись (рис. 2). В табл. 1 даны некоторые технические характеристики указанного автомобиля [9, 10]. В военной сфере автомобиль ГАЗ-66 применялся очень широко, выполняя функционал "легкого полноприводного автомобиля-тягача" (или "тактического грузового автомобиля переднего края"), отличался высокими параметрами геометрической проходимости при вагонной компоновке опрокидываемой кабины, расположенной над двигателем, и относительно низким значением полной массы. Автомобиль можно было перевозить всеми видами транспорта, имелись модификации для десантирования из транспортных самолётов, в том числе на парашютно-десантных платформах.



Рис. 1. Автомобиль ГАЗ-66



Рис. 2. Автомобиль ГАЗ-66 на сельскохозяйственных работах



Рис. 3. Автомобиль "Садко Next"

За годы производства ГАЗ-66 технически совершенствовался и проходил модернизацию. Наиболее заметной стала установка дизеля ГАЗ-542.10 воздушного охлаждения, разработанного в содружестве с фирмой "Дойтц" (Германия). Упомянутый дизель имел рядную шестицилиндровую конструкцию с рабочим объёмом 6,2 л. Максимальная мощность составляла 82 кВт (125 л.с.) при 2800 мин<sup>-1</sup>, а максимальный крутящий момент — 370 Н·м при 1600—1800 мин<sup>-1</sup>. Однако в 2000-х годах производитель представил на рынок другой автомобиль. Сегодня "наследником" ГАЗ-66 считается полноприводный грузовой автомобиль капотной компоновки "Садко Некст" (ГАЗ С41А23, рис. 3), некоторые характеристики которого также приведены в табл. 1 [11, 12].

В этом автомобиле нашли отражение технические решения, реализованные в полноприводном ходовом макетном образце проекта "ГАЗ Ермак" (рис. 4), созданного по заказу Группы ГАЗ в ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина и ГНУ ВИМ в 2011 году [13, 14]. Однако автомобиль "Садко Некст" отличается от ГАЗ-66 и не производится в массовых количествах. Здесь можно отметить, что в данном автомобиле применяются компоненты многих производителей: ZF/"Сакс" (рулевое управление, гидроусилитель руля, сцепление), "Лук" (гидравлический привод сцепления), SKF (подшипники, системы смазки), "Эрликон Грациано" (компоненты трансмиссии), "Рувена" (резинотехнические компоненты), "Симрит" (уплотнители), "Спайс" (карданная передача), CSA (регулируемая

рулевая колонка), "Теннеко" (амортизаторы), "Вабко" (тормозная система), "Таката" (ремни безопасности), "Дельфи" (климатическая система и система вентиляции), "Эдша" (дверная арматура), "Броуз" (электрические стеклоподъёмники), "Кикерт" (замки дверей). Это неполный перечень, а производство некоторых компонентов локализовано [12]. Очевидно, что в условиях санкционного давления на экономику такой подход не только отражается на стоимости автомобиля, но и создаёт определённые риски.

Наблюдаемый дефицит на рынке подвиг известных производителей предпринять определённые шаги. Например, ПАО "КамАЗ" в 2016 году сообщило, что работает над автомобилем колёсной формулы 4×4 и полной массой 18,5 т для замены ГАЗ-66 в воздушно-десантных войсках [15]. Коллеги из Республики Беларусь разработали и запустили в производство грузо-



Рис. 4. Автомобиль проекта "ГАЗ Ермак" на выставке "Золотая осень-2011"

Таблица 1

Показатель	Бортовые грузовые автомобили повышенной проходимости			
	ГАЗ-66	"Садко Некст"	МЗКТ-500200	"Унимог U20"
Компоновочная схема	Вагонная	Капотная	Вагонная	Вагонная
Колёсная формула	4×4			
Грузоподъёмность, кг	2000	2450	3000	2850/3850/4650
Снаряжённая масса, кг	3440	4400	6400	4650
Полная масса, кг	5800	6850	9400	7500/8500/9300
Габаритные размеры, мм	5806×2322×2500	6530×2345×2655	6000×2550×2650	4970×2060×2720
База, мм	3300	3770	3300	2700
Колея (спереди/сзади), мм	1800/1730	1830/1785	2190/2190	1850/1778
Клиренс, мм	315	315	400	304
Двигатель	Бензиновый 3МЗ-66-06, V8, 4,25 л	Дизель ЯМЗ-53443, P4, 4,43 л, турбонаддув с охлаждением воздуха	Дизель ЯМЗ-53452, P4, 4,43 л, турбонаддув с охлаждением воздуха	Дизель МБ ОМ 904LA, P6, 4,3 л, турбонаддув с охлаждением воздуха
Максимальная мощность, кВт (л.с.)/при мин <sup>-1</sup>	88,5(120)/3200	109,5(148,9)/2300	158(215)/2600	110,3(150)/2200
Максимальный крутящий момент, Н·м/при мин <sup>-1</sup>	284,5/2000—2500	490/1200—2100	735/1400—1700	610/1200—1600
Трансмиссия	Механическая, 4-ступ. КП, 2-ступ. РК, три карданных вала, главные передачи мостов гипоидные	Механическая, 5-ступ. КП, 2-ступ. РК, три карданных вала, главные передачи мостов гипоидные	Механическая, 4-ступ. КП, 2-ступ. РК, три карданных вала, мосты разрезные с центр. редукторами	Электромеханическая, КП: 8 передач вперёд, 6 — назад; мосты — порталного типа с колёсными редукт.
Подвеска	Зависимая, рессорная, с гидравлическими амортизаторами		Независимая пружинная, с гидравлическими амортизаторами	Зависимая, пружинная с гидравлическими амортизаторами
Тормоза	Барабанные с гидравлическим приводом и гидровакуумным усилителем	Барабанные с пневматическим приводом, АБС		Дисковые с пневматическим приводом, АБС
Рулевое управление	Рулевой механизм с гидроусилителем разнесённого типа	Рулевой механизм интегрального типа с гидроусилителем		
Шины	12,00-18 (320—457) модели К-70, с регулируемым давлением воздуха		400/85R21 (1100×400—533)	335/80R20 или 315/60R22,5
Максимальная скорость, км/ч	90		95	90
Ориентировочная стоимость, тыс. руб. (на январь 2021 г. по данным сети Интернет)	350—600 (со складов хранения)	От 2700	От 4000	От 12 000



Рис. 5. Автомобиль "МЗКТ-500200"



Рис. 6. Автомобиль "Унимог U20"

вой автомобиль МЗКТ-500200 (рис. 5), который рассматривается как современное прочтение легендарного советского грузового автомобиля. Некоторые технические параметры МЗКТ-500200 приведены в табл. 1. ОАО "Минский завод колёсных тягачей" (торговая марка "Волат", Республика Беларусь) работает над этим автомобилем с 2011 года и машина уже прошла модернизацию. На упомянутый автомобиль спереди и сзади установлен одинаковый модуль оси с независимой пружинной подвеской. Во время испытаний были получены хорошие показатели плавности хода, а машина предназначена, преимущественно, для использования в войсковых подразделениях, миротворческих и спасательных службах [16, 17].

Анализ табл. 1 показывает, что новые разработки отличаются специализацией и нацелены на узкие сегменты рынка. Аналогичную ситуацию имеем и в случае с автомобилем "Унимог U20" с кабиной бразильской компании "Бразилиан Аксело" [18] (рис. 6). Некоторые технические характеристики этого автомобиля также приведены в табл. 1. Очевидно, что говорить на этих примерах о широко востребованной технике довольно затруднительно.

Такое состояние дел отмечается в работах некоторых специалистов, ожидающих "...революционных преобразований в российском автомобилестроении"

[19, 20]. За последнее время внимание исследователей привлекли три факта: разработка и производство нового вездехода МПЗ-5 ООО "Мытищинский приборостроительный завод" [21]; проведение полного цикла научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию машин разного класса с электромеханическими трансмиссиями [22]; организация работ по глубокой модернизации поисково-эвакуационных машин ПЭМ-1, ПЭМ-2 из семейства ЗиЛ-4906 ("Синяя птица") [23]. По теме настоящей статьи интерес представляет опыт применения электромеханических трансмиссий и понимание того, что создание новых автомобилей повышенной проходимости является насущной необходимостью.

С учётом результатов проведённых исследований был сформирован проект "БАЗИС", в рамках выполнения которого был предложен технический облик нового грузового автомобиля повышенной проходимости, рассчитанный на массовое тиражирование на агрегатах отечественного производства. На рис. 7 и 8 показан вариант художественного исполнения внешнего вида в конфигурации 4×4 и 6×6 (визуализация А.Б. Москвинова). В табл. 2 приведены некоторые технические данные автомобиля по проекту "БАЗИС". Автомобиль выполнен по дизель-электрической схеме. Транспортные средства с такой схемой ранее исследо-



Рис. 7. Грузовой автомобиль повышенной проходимости по проекту "БАЗИС", 4×4



Рис. 8. Грузовой автомобиль повышенной проходимости по проекту "БАЗИС", 6×6



Таблица 2

Показатель	Значение
Компоновочная схема	Вагонная
Колёсная формула	4×4
Грузоподъёмность, кг	2000
Снаряжённая масса, кг	4300
Полная масса, кг	6300
Габаритные размеры, Д×Ш×В, мм	6000×2550×2600
База, мм	3300
Колея, спереди/сзади, мм	2000/2000
Клиренс, мм	400
Двигатель	Дизель ЯМЗ-53443, Р4, 4,43 л, турбонаддув с охлаждением наддувочного воздуха
Максимальная мощность, кВт (л.с.) при мин <sup>-1</sup>	109,5(148,9)/2300
Максимальный крутящий момент, Н·м, при мин <sup>-1</sup>	490/1200—2100
Трансмиссия	Электромеханическая, автоматическая, постоянного тока последовательного возбуждения. Тяговый электродвигатель приводит РК от автомобиля "Урал". Карданные валы — "Урал", доработанные. Мосты — "Садко Некст"
Подвеска	От автомобиля "Садко Некст"
Тормоза	Барабанные или дисковые с пневматическим приводом
Рулевое управление	Реечного типа с гидравлическим (электрическим) усилителем отечественной разработки
Шины	425/85R21 (1260×425—533)
Максимальная скорость, км/ч	100
Ориентировочная целевая себестоимость, тыс. руб.	1200

вались, однако они применяются в некоторых образцах и показали свою эффективность [24, 25].

Иными словами, автомобиль оснащён автоматической электромеханической трансмиссией. При этом тяговый электродвигатель передаёт момент раздаточной коробке от автомобиля семейства "Урал", а мосты используются от автомобиля "Садко Некст". Возможен вариант, когда мосты имеют новую конструкцию и изготовлены с использованием элементной базы автомобиля "Урал". Дизель-генераторная установка размещена за кабиной, поперечно, в раме. Автомобиль по проекту "БАЗИС" может иметь гибридный или только электрический привод на аккумуляторной тяге. Такое исполнение, по нашему мнению, возможно по мере развития компонентной базы отечественного производства.

Из особенностей конструкции следует отметить раму и ходовую часть. С учётом принятых компоновоч-

ных решений и условий эксплуатации рама выполнена сварной из труб четырёхугольного профиля и состоит из двух модулей: переднего, со сварными обечайками и заднего, со сварными поперечинами из труб круглого сечения. Лонжеронная колея заднего модуля рамы имеет значение, универсальное для установки и монтажа различного оборудования. Такое выполнение придаёт раме большую жёсткость на кручение и изгиб, что способствует улучшению управляемости и устойчивости. Наряду с элементами ходовой части обеспечивается не только комфорт при движении по бездорожью, но и повышается безопасность. Для обеспечения показателей проходимости отсутствие податливой лонжеронной рамы компенсируется использованием шин большого типоразмера и длинноходовой подвески с гидравлическими амортизаторами. Необходимо разработать и освоить в производство реечный рулевой механизм с гидро- или электроусилителем требуемого типоразмера. Тормозные механизмы с пневматическим приводом как барабанное, так и дисковое исполнение.

Автомобиль повышенной проходимости по проекту "БАЗИС" может быть задействован для эксплуатации в условиях Арктической зоны Российской Федерации. Согласно приведённым в работе [26] данным, предлагаемый автомобиль колёсной формулы 4×4 или 6×6 может быть использован для решения целого ряда транспортных задач.

В заключение можно отметить, что реализация проекта "БАЗИС" позволит дать рынку массовый, доступный по цене и обеспечивающий новую совокупность потребительских качеств грузовой автомобиль повышенной проходимости на агрегатах отечественного производства. В результате, наряду с выполнением планов по развитию дорожно-транспортной инфраструктуры, можно будет говорить о появлении нового важного фактора по повышению связности территорий внутри регионов страны и повышения уровня жизни населения.

#### Литература

1. Усик Н.И., Паляева Е.Ю. Инфраструктурные условия для неоиндустриализации России // Научный журнал НИУ ИТМШ. Серия "Экономика и экологический менеджмент". — 2013. № 4 [Электронный ресурс]: URL: <http://www.economics.ihtb.ifmo.ru> (дата обращения: 05.03.2018).
2. Бобышев Е.Н. Эффективное функционирование дорожной сети как фактор устойчивого развития сельских территорий: дисс. ... канд. экон. наук. — Княгинино, Нижегородский ГИЭИ, 2012. — 126 с.
3. Жуков Е.А., Ильин С.В. Модернизация дорожного хозяйства России на основе инновационных технологий // МИР (Модернизация, Инновации, Развитие). — 2017. — Т. 8. — № 2. — С. 196—202. DOI: 10.18184/2079-4665.2017.8.2.196-202.
4. Шведидзе Д.А. Развитие опорной сети магистралей и скоростных автомобильных дорог как фактор экономического развития России // Вестник ИЭ РАН. — 2018. — № 5. — С. 201—210.
5. Белозёров О.В. Перспективы развития автомобильно-дорожной сети Российской Федерации до 2030 года // Транспорт Российской Федерации. — 2012. — № 2 (39). — С. 6—9.
6. URL: <https://www.kremlin.ru/events/president/63970> [Электронный ресурс] (дата обращения: 19.09.2020).
7. Обгон разрешён: Как России опередить развитые страны по качеству транспортной инфраструктуры [Электронный ресурс]: URL: <https://www.csr.ru/news/obgon-razreshen-kak-rossii-operedit>

- razvitye-strany-po-kachestvu-transportnoj-infrastruktury/ (дата обращения: 12.06.2018).
8. Лобанов Н. Автодорожная инфраструктура как фактор экономического развития страны [Электронный ресурс]: URL: <https://www.lobanov-logist.ru/libreyu/344/63266/> (дата обращения: 11.04.2017).
  9. Кочнев Е. Родословная "Шишиги": 40 лет разработки и развития армейского грузовика ГАЗ-66 [Электронный ресурс]: URL: <https://www.kolesa.ru/article/rodoslovnaya-shishigi-40-let-razrabotki-i-razvitiya-armeyskogo-gruzovika-gaz-66> (дата обращения: 05.12.2020).
  10. Краткий автомобильный справочник / А.Н. Понизовкин, Ю.М. Власко, М.Б. Ляликов и др. — М.: АО "ТРАНСКОНСАЛТИНГ", НИИАТ, 1994. — 779 с.
  11. Садко Некст 4×4. Технические характеристики [Электронный ресурс]: URL: <https://trucksreview.ru/gaz/gaz-sadko-nekst-4h4-tehnicheskie-harakteristiki.html> (дата обращения: 21.08.2020).
  12. URL: <https://luidor02.azgaz.ru/special/business/sadko/> (дата обращения: 18.12.2020).
  13. Дзоенидзе Т.Д. Специализированный автомобильный транспорт сельскохозяйственного назначения: монография / Т.Д. Дзоенидзе, С.Н. Галкин, А.Г. Левшин, М.А. Козловская, В.Н. Сорокин, П.В. Середя. — М.: ООО "НИИКА", ЗАО "Металлургиядзат", 2013. — 368 с.
  14. Шелепенков М. Семейственность // Грузовик Пресс. — 2012. — № 1. — С. 28—31.
  15. "КАМАЗ" планирует создать замену грузовому "ГАЗ-66" [Электронный ресурс]: URL: <https://www.tatar-inform.ru/news/business/12-09-2016/kamaz-planiruet-sozdat-zamenu-gruzoviku-gaz-66-4804375> (дата обращения: 20.09.2016).
  16. Михайлов А. "Волат", "Защитник" и "Секач": уникальная военная техника из Беларуси [Электронный ресурс]: URL: <https://5koleso.ru/avtopark/volat-zashchitnik-i-sekach-unikalnaya-voennaya-tehnika-iz-belarusi/> (дата обращения: 23.07.2019).
  17. URL: <https://www.volatdefence.com/katalog/semejstvo-6001/mzkt-500200/> (дата обращения: 09.12.2020).
  18. Ильина Л., Круглов Л. UNIMOG. МАСТЕР НА ВСЕ РУКИ. — М.: "ДАЙМЛЕР КАМАЗ РУС", 2017. — 252 с.
  19. Черкашин А. В ожидании качественных революционных преобразований в российском автомобилестроении. Часть I [Электронный ресурс]: URL: <https://www.arms-expo.ru/articles/armed-forces/v-ozhidanii-kachestvennykh-revoljutsionnykh-preobrazovaniy-v-rossijskom-avtomobilestroenii-chast-1/> (дата обращения: 15.02.2019).
  20. Черкашин А. В ожидании качественных революционных преобразований в российском автомобилестроении. Часть II [Электронный ресурс]: URL: <https://www.arms-expo.ru/articles/armed-forces/v-ozhidanii-kachestvennykh-revoljutsionnykh-preobrazovaniy-v-rossijskom-avtomobilestroenii-chast-2/> (дата обращения: 26.02.2019).
  21. URL: <https://www.mpz.ru/vezdehod> (дата обращения: 28.11.2020).
  22. Черкашин А. Военные сухопутные электроходы России: что, где, когда? [Электронный ресурс]: URL: <https://www.arms-expo.ru/articles/armed-forces/voennye-sukhoputnye-elektrohody-rossii-chto-gde-kogda/> (дата обращения: 22.10.2019).
  23. Машины амфибии "Синяя птица" ЦВО до конца года пройдут модернизацию [Электронный ресурс]: URL: <https://roscoms-mos.ru/29796/> (дата обращения: 12.01.2021).
  24. Имедашвили К.А., Кордзадзе Б.А. Электротехническая силовая трансмиссия грузовых автомобилей типа КАЗ, работающих в условиях горных дорог. — Тбилиси. Труды ГПИ имени В.И. Ленина, 1972. — № 8 (156). — С. 159—166.
  25. Автомобили: Машины большой единичной мощности: Учеб. Под ред. М.С. Высоцкий, А.И. Гришкевич, А.В. Зотов и др.; Под ред. М.С. Высоцкого, А.И. Гришкевича. — Мн.: Выш. шк., 1988. — 160 с.
  26. Котиев Г.О., Дьяков А.С., Карташов А.Б., Сологуб С.А. О необходимости создания производства специальной колёсной и гусеничной техники для эксплуатации в условиях Арктической зоны РФ // Журнал ААИ. — 2018. — № 4 (111). — С. 27—29.

УДК 629.114.3

## УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ МНОГОЗВЕННЫХ АВТОПОЕЗДОВ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ

Д-р техн. наук **ГЛАДОВ Г.И., БУТАРОВИЧ Д.О.**  
МГТУ имени Н.Э. Баумана  
(buta73@mail.ru)

*Рассматриваются условия обеспечения устойчивости движения многозвенных автопоездов с управляемыми колёсами прицепных звеньев в режиме торможения.*

**Ключевые слова:** многозвенный автопоезд, устойчивость, прицепные звенья, управляемые колёса, торможение.

**Gladov G.I., Butarovich D.O.**  
**STABILITY OF MULTI-LINK ARTICULATED VEHICLES  
DURING BRAKING**

*The conditions for ensuring the stability of multi-link articulated vehicles with controlled wheels of trailers in the braking mode are considered.*

**Keywords:** multi-link articulated vehicles, stability, trailers, steerable wheels, braking.

Рассмотрим трёхзвенный многоосный автопоезд. Пусть ведущее звено имеет  $n_1$  поворотных осей, расположенных впереди центра масс т. С и  $n_2$  неповоротных осей, расположенных за т. С. Первое и второе ведомые звенья имеют  $n_3$  и  $n_4$  поворотных осей соответственно (рис. 1).

Введём следующие обозначения:  $Oxuz$  — инерциальная система координат;  $m, C, J$  — масса, центр масс и центральный момент инерции ведущего звена отно-

сительно вертикальной оси, проходящей через т. С;  $m_k, C_k, J_k$  ( $k = 1, 2$ ) — то же для ведомых звеньев;  $x, y$  — абсцисса и ордината т. С в инерциальной системе координат;  $v, v_1, v_2$  — курсовые углы звеньев;  $\Psi_1, \Psi_2$  — углы складывания звеньев;  $V = \dot{x} \cos v + \dot{y} \sin v$ ,  $U = -\dot{x} \sin v + \dot{y} \cos v$  — проекции скорости т. С на продольную и боковую оси ведущего звена;  $M_{C1}, M_{C2}, M_{C3}$  — моменты сопротивления повороту звеньев;  $\omega, \omega_1, \omega_2$  — угловые скорости звеньев автопоезда;  $\Theta_{1i}$  ( $i = 1 \dots n_1$ ),  $\Theta_{1\rho}$  ( $\rho = 1 \dots n_3$ ),  $\Theta_{2S}$  ( $S = 1 \dots n_4$ ) — углы поворота соответствующих осей;  $X_{\alpha\beta}, Y_{\alpha\beta}$  — продольные и боковые реакции полотна дороги;  $a_i = CA_i, b_j = CB_j, l = A_1 B_{n_2}, c = O_1 C, d = O_1 C_1, b_{1\rho} = C_1 B_{1\rho}, O_1 = O_2 C_1, L_1 = O_1 B_{1n_3} = d_1 + b_{1n_3}, l_1 = O_2 O_1 = C_1 + d_1, b_{2S} = C_2 B_{2S}, L_2 = O_2 B_{2n_4} = d_2 + b_{2n_4}$  — геометрические параметры автопоезда.

Мысленно поделим автопоезд на отдельные звенья, введя горизонтальные усилия  $X', Y'$  и  $X'', Y''$  в первом и втором опорно-сцепных устройствах.

Уравнения плоскопараллельного движения звеньев автопоезда запишутся в следующем виде:

$$\begin{cases} m(\dot{V} - \omega U) = - \sum_{i=1}^{n_1} (X_{1i} \cos \Theta_i - Y_{1i} \sin \Theta_i) + \sum_{j=1}^{n_2} X_{2j} + X'; \\ m(\dot{U} + \omega V) = \sum_{i=1}^{n_1} (Y_{1i} \cos \Theta_i - X_{1i} \sin \Theta_i) + \sum_{j=1}^{n_2} Y_{2j} - Y'; \\ J\dot{\omega} = \sum_{i=1}^{n_1} (Y_{1i} \cos \Theta_i - X_{1i} \sin \Theta_i) a_i - \sum_{j=1}^{n_2} b_j Y_{2j} + CY' - M_{C1}, \end{cases} \quad (1)$$

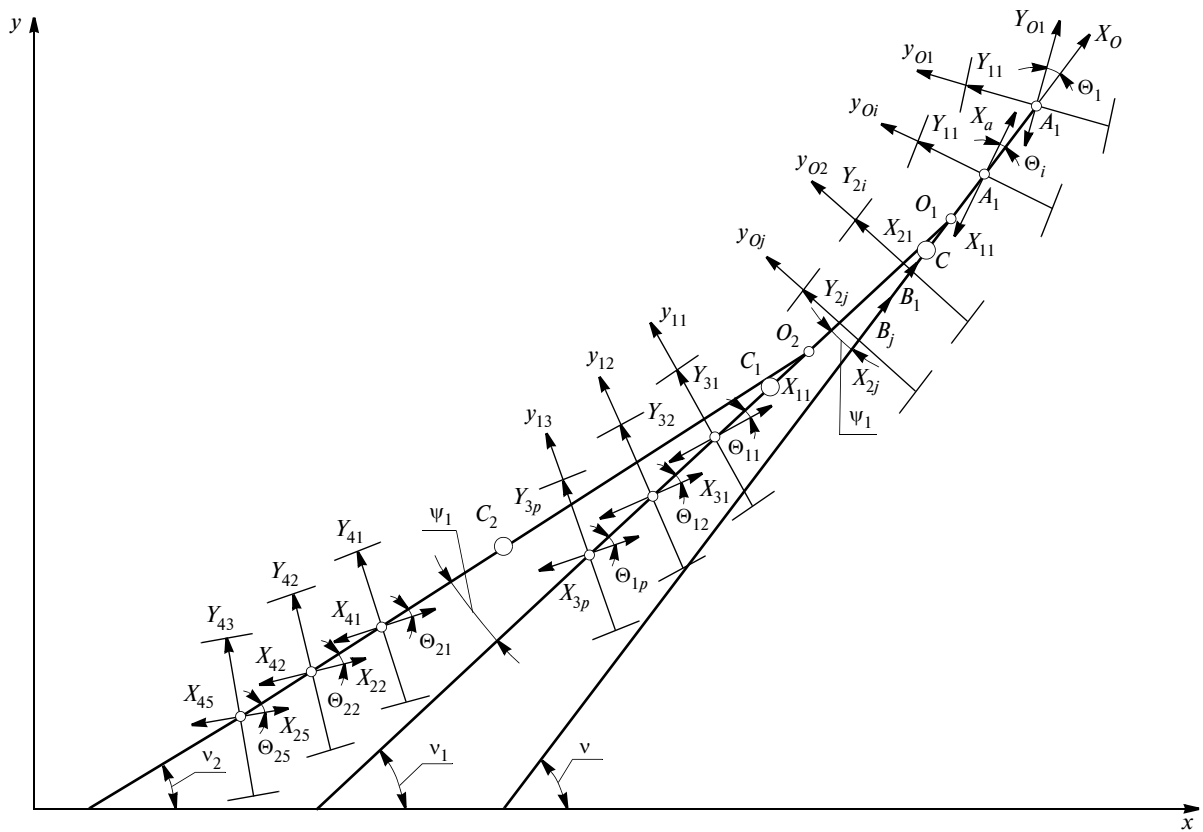


Рис. 1. Схема криволинейного движения многозвенного автопоезда

$$\begin{cases}
 m_1(\dot{V}_1 - \omega_1 U_1) = \sum_{\rho=1}^{n_3} (Y_{3\rho} \sin \Theta_{1\rho} - X_{3\rho} \cos \Theta_{1\rho}) - \\
 - X' \cos \Psi_1 + Y' \sin \Psi_1 + X''; \\
 m_1(\dot{U}_1 + \omega_1 V_1) = \sum_{\rho=1}^{n_3} (X_{3\rho} \sin \Theta_{1\rho} + Y_{3\rho} \cos \Theta_{1\rho}) - \\
 - X' \sin \Psi_1 + Y' \cos \Psi_1 - Y''; \\
 J_1 \dot{\omega}_1 = - \sum_{i=1}^{n_3} (X_{3\rho} \sin \Theta_{1\rho} + Y_{3\rho} \cos \Theta_{1\rho}) b_{1\rho} + \\
 + (Y' \cos \Psi_1 - X' \sin \Psi_1) d_1 + C_1 Y' - M_{C2},
 \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases}
 m_2(\dot{V}_2 - \omega_2 U_2) = \sum_{s=1}^{n_4} (Y_{4s} \sin \Theta_{2s} - X_{4s} \cos \Theta_{2s}) - \\
 - X'' \cos \Psi_2 - Y'' \sin \Psi_2; \\
 m_2(\dot{U}_2 + \omega_2 V_2) = \sum_{s=1}^{n_4} (X_{4s} \sin \Theta_{2s} + Y_{4s} \cos \Theta_{2s}) - \\
 - X'' \sin \Psi_2 + Y'' \cos \Psi_2; \\
 J_2 \dot{\omega}_2 = - \sum_{s=1}^{n_4} (X_{4s} \sin \Theta_{2s} + Y_{4s} \cos \Theta_{2s}) b_{2s} + \\
 + (Y'' \cos \Psi_2 - X'' \sin \Psi_2) d_2 - M_{C3}.
 \end{cases} \quad (3)$$

Необходимым условием курсовой устойчивости трёхзвенного автопоезда является выполнение нера-

венства  $V < V_{кр}$ . При совпадении точек сцепок звеньев автопоезда с их центрами масс ( $C = 0, C_1 = 0$ ) (рис. 1) критическая скорость трёхзвенного автопоезда определяется той же формулой, что и для одиночной машины, если только массу  $m$  ведущего звена увеличить на  $M_n$ , где  $M_n$  — приведённая масса ведомых звеньев. При этом критическую скорость автопоезда можно увеличивать, подбирая соответствующие параметры ведущего и ведомых звеньев. Можно получить значения расстояний  $C$  и  $C_1$ , определяющих положения точек сцепки, при которых критическая скорость движения автопоезда может быть сколь угодно большой, а следовательно, и курсовая устойчивость будет обеспечена. Однако распространение полученных закономерностей на движение трёхзвенного автопоезда в режиме торможения не правомерно, так как они не учитывают перераспределение вертикальных нагрузок по звеньям, бортам и колёсам, а также изменения тягово-сцепных характеристик колёс в зависимости от величины относительного проскальзывания.

В отличие от тягового режима и режима свободного качения устойчивость автопоезда в режиме торможения в значительной степени зависит от перемещений звеньев в вертикальной плоскости. Между переменными, характеризующими движение автопоезда в горизонтальной и вертикальной плоскостях, существуют взаимные нелинейные связи, проявление которых в различных случаях движения различно. Об этом свидетельствует обширная практика исследований устойчивости движения в различных режимах одиночных автомобилей.

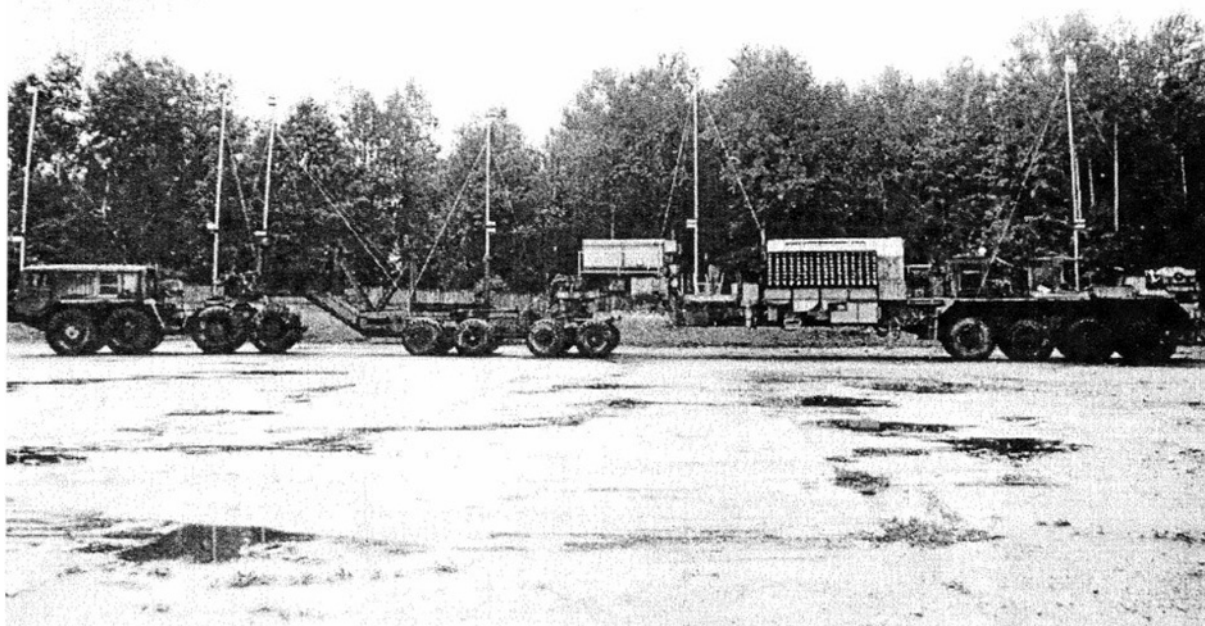


Рис. 2. Натурный образец трёхзвенного автопоезда

В настоящей работе принято, что движения звеньев автопоезда в вертикальных плоскостях по углам галопирования (тангажа, дифферента) и крена влияют на боковое плоскопараллельное движение в первую очередь и в основном посредством вертикальных нагрузок на колёса, изменяя вертикальные реакции опорной плоскости. В соответствии с этой концепцией и было произведено разделение движений на боковое и продольно-поперечное.

Используя расчётные схемы сил, действующих на звенья автопоезда в положении статического и динамического равновесия, и произведя соответствующие преобразования математических зависимостей, получим уравнения, которые описывают движение автопоезда в вертикальной (продольной и поперечной) плоскости и содержат девять неизвестных — обобщённые координаты  $z, \Psi, \gamma, \Psi_1, \gamma_1, \Psi_2, \gamma_2$  и динамические составляющие  $\dot{Z}^{(1)}, \dot{Z}^{(2)}$  вертикальных реакций в опорно-сцепных устройствах. Исключив последние, получим уравнения для определения обобщённых координат автопоезда.

Уравнения, описывающие движение звеньев автопоезда в вертикальной плоскости (продольное и поперечное), наряду с уравнениями, определяющими его движение в горизонтальной плоскости (боковое), служат для нахождения показателей устойчивости автопоезда в режиме торможения. Все эти уравнения не разрешены относительно старших производных, что затрудняет получение их численных решений. В данной статье полученные уравнения не приводятся вследствие их громоздкости.

Резюмируя, можно заключить, что разработанная методика позволяет исследовать динамическое поведение трёхзвенного многоосного автопоезда в режиме торможения. Распределив оптимальным образом тормозные моменты во времени, по звеньям и бортам,

можно сочетать решение задачи предотвращения заноса и складывания звеньев с минимизацией тормозного пути.

Сопоставление данной методики с существующими показывает, что предлагаемая методика исследования неустановившегося движения трёхзвенных многоосных автопоездов базируется на уточнённой постановке задачи, состоящей в следующем. При движении автопоезда происходят колебания подрессоренных масс его звеньев в продольной и поперечной плоскостях, приводящие к перераспределению вертикальных нагрузок по звеньям, бортам и колёсам. Величины вертикальных опорных реакций существенно влияют на максимальные значения тормозных сил, которые каждое из звеньев может реализовать в пятне контакта. Одновременно с достижением продольными силами своих максимальных значений теряется способность автопоезда противодействовать возникающим боковым силам, так как коэффициент сопротивления боковому уводу колёс снижается до нуля. При этом коэффициент сцепления является нелинейной функцией величины относительного проскальзывания колёс. Предлагаемая математическая модель пространственного движения трёхзвенного многоосного автопоезда учитывает перераспределение вертикальных нагрузок по звеньям, бортам и колёсам, величину и характер изменения тормозных сил по колёсам осей в зависимости от величины относительного продольного скольжения и позволяет обнаружить момент наступления блокирования каждого из колёс, начало складывания любого из ведомых звеньев и занос ведущего звена. Изменяя должным образом тормозные моменты и углы поворота управляемых колёс полуприцепов, можно предотвратить возникновение любого из указанных выше нежелательных (с точки зрения нормальных условий эксплуатации автопоезда) явлений.

Анализ полученных уравнений показывает, что в круговом движении боковые смещения второго и третьего полуприцепов относительно траектории тягача существенно зависят от закона управления поворотом колёс (осей) их тележек. Учитывая важность этого фактора с точки зрения манёвренных свойств автопоездов, следует считать оптимизацию закона управления первоочередным шагом совершенствования их конструкции.

Отклонение результатов, полученных расчётным путём и в ходе экспериментов на натурном образце

трёхзвенного автопоезда (рис. 2), составило порядка десяти процентов, что подтверждает достоверность проведённых исследований.

#### Литература

1. Проектирование полноприводных колёсных машин. Том 3 / Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Г.И. Гладов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 496 с.
2. Гладов Г.И., Петренко А.М. Специальные транспортные средства. Теория. М.: ИКЦ "Академкнига", 2006. — 219 с.
3. Чудаков Е.А. Боковая устойчивость автомобиля при торможении. — М.: Машгиз, 1952. — 183 с.

УДК 629.3.027.3

## МЕТОДИКА СНИЖЕНИЯ УДАРНОЙ НАГРУЗКИ НА КУЗОВ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ПРОЕЗДЕ ЕДИНИЧНОЙ НЕРОВНОСТИ ЗА СЧЁТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК БУФЕРА ОТБОЯ АМОРТИЗАТОРА

Канд. техн. наук **ЧЕРЕПАНОВ Л.А., ГОРДЕЕВ Д.А.**

Тольяттинский государственный университет, ООО САЗ Комплект (dmigordeev@mail.ru)

*Описывается оптимизация характеристик комбинированного буфера отбоя в конструкции амортизатора с целью снижения ударной нагрузки на кузов автомобиля при проезде крупной единичной неровности.*

**Ключевые слова:** буфер отбоя, гидравлический буфер, пружинный буфер, оптимизация, единичная неровность.

**Cherepanov L.A., Gordeev D.A.**

## METHOD FOR REDUCING THE IMPACT LOAD ON THE CAR BODY WHEN PASSING A SINGLE IRREGULARITY BY IMPROVING THE CHARACTERISTICS OF THE BUFFER REBOUND SHOCK ABSORBER

*The article describes the optimization of the characteristics of the combined rebound buffer in the design of the shock absorber, in order to reduce the shock load on the car body when driving a large single irregularity.*

**Keyword:** rubber stop for shock absorber, hydraulic buffer, spring buffer, optimization, single irregularity.

Задача данной работы состояла в оптимизации характеристик комбинированного буфера отбоя с пружиной в качестве упругого элемента и гидравлическим буфером с постоянным дросселем входящего в состав передней амортизационной стойки легкового автомобиля [1]. При этом использовалась программа, разработанная в *VBA Excel 2007*, позволяющая решать систему дифференциальных уравнений, описывающих математическую модель проезда автомобиля через единичную неровность типа "трапеция" [2].

За целевую функцию принято значение усилия, передаваемого на кузов. Выбор усилия за целевую функцию обоснован тем, что данная оценка позволяет оценить как эффективность работы буфера, так и плавность хода автомобиля при проезде единичной неровности, так

как данное усилие прямо пропорционально ускорению поддрессоренной массы. Варьируемыми параметрами являются жёсткость пружины и площадь дроссельной щели гидравлического буфера.

Задачу оптимизации можно записать в следующем виде:  $F^z(x) \rightarrow \min$ ,  $x \in \Omega$ , где  $F^z(x)$  — усилие, передаваемое на кузов автомобиля (функция двух переменных),  $\Omega$  — множество всех возможных пар значений варьируемых величин;  $x(k; \omega_{щ})$  — элемент множества  $\Omega$ ,  $k$  — жёсткость пружины,  $\omega_{щ}$  — площадь поперечного сечения дроссельной щели.

Жёсткость пружины буфера варьируется в пределах  $k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$ . Для пружинного буфера минимальная возможная жёсткость ( $k_{\min}$ ) равна 0 в случае отсутствия пружины, а максимальная будет определяться

геометрией амортизатора и материалом пружины.

Для определения максимальной жёсткости пружины буфера ( $k_{\max}$ ) воспользуемся условием её надёжной работы, а именно: напряжение в пружине не должно превышать напряжения текучести материала ( $[\tau_m] \approx 980 \cdot 106 \text{ Па}$ ) [3] (формула 1 в таблице).

Напряжение, возникающее при работе пружины, можно рассчитать по формуле 2 [3]. Так как усилие, развиваемое пружиной, рассчитывается по формуле 3, то, подставляя две последние формулы в первую, получаем формулу 4, где  $H$  — максимальный ход буфера, соответствующий незамкнутым виткам пружины.

Габариты пружины ограничены стенками цилиндра и штоком амортизатора (рис. 1), следовательно,

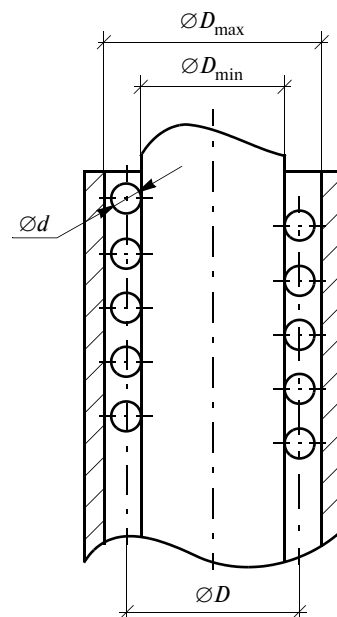


Рис. 1. Схема установки пружины буфера

№	Формула	Примечания
1	$[\tau_m] \geq \tau$	—
2	$\tau = \frac{8FD}{\pi d^3}$	$D$ — средний диаметр пружины, $F$ — усилие, развиваемое пружиной, $d$ — диаметр витка
3	$F = kH$	—
4	$[\tau_m] \geq \frac{8D}{\pi d^3} kH \Rightarrow k \leq \frac{[\tau_m] \pi d^3}{8HD}$	$H$ — максимальный ход буфера, соответствующий незамкнутым виткам пружины
5	$k_{\max} = \frac{[\tau_m] \pi d^3}{8HD} = \frac{[\tau_m] \pi d^3}{8H(D_{\min} + d)}$	—
6	$Q = Q_{\text{ш}} + Q_3$	$Q$ — расход амортизаторной жидкости при работе гидравлического буфера, $Q_{\text{ш}}$ — расход амортизаторной жидкости через дроссельную щель, $Q_3$ — расход амортизаторной жидкости через зазор шток-направляющая втулка
7	$Q = V_{\text{п}} S_{\text{к}}$	$V_{\text{п}}$ — скорость поршня гидробуфера, $S_{\text{к}}$ — площадь кольца, ограниченного рабочим цилиндром и штоком амортизатора в зоне работы поршня буфера
8	$Q_{\text{ш}} = \mu \omega_{\text{ш}} \sqrt{2 \frac{\Delta P}{\rho}}$	$\mu$ — коэффициент истечения амортизаторной жидкости, $\omega_{\text{ш}}$ — площадь дроссельной щели, $\Delta P$ — перепад давления между надпоршневой и подпоршневой камерой буфера, $\rho$ — плотность амортизаторной жидкости
9	$\Delta P = F_{\text{г6}} / S_{\text{к}}$	—
10	$Q_{\text{ш}} = \mu \omega_{\text{ш}} \sqrt{2 \frac{F_{\text{г6}}}{\rho S_{\text{к}}}} = \frac{\mu \omega_{\text{ш}}}{\sqrt{0,5 \rho S_{\text{к}}}} \sqrt{F_{\text{г6}}}$	—
11	$Q_{\text{ш}} = A \sqrt{F_{\text{г6}}}$	—
12	$Q_3 = \frac{2,5 \pi k_3 d S^3}{12 l \mu_{\text{в}}} \Delta P_2$	$\Delta P_2$ — перепад давления между надпоршневой камерой буфера и компенсационной камерой амортизатора, $k_3$ — эмпирический коэффициент, $d$ — номинальный диаметр штока, $S$ — зазор при эксцентричном расположении штока и втулки, $l$ — длина направляющей втулки, $\mu_{\text{в}}$ — динамическая вязкость амортизаторной жидкости
13	$Q_3 = B \Delta P_2$	—
14	$V_{\text{п}} = \frac{A}{S_{\text{к}}} \sqrt{F_{\text{г6}}} + \frac{B}{S_{\text{к}}} (\Delta P_2)$	$P_{\text{к}}$ — давление в надпоршневой камере буфера, $P_{\text{п}}$ — давление в компенсационной камере амортизатора, $P_{\text{ц}}$ — давление в подпоршневой камере буфера
15	$\Delta P_2 = P_{\text{к}} - P_{\text{п}} = \Delta P + P_{\text{ц}} - P_{\text{п}} = \frac{F_{\text{г6}}}{S_{\text{к}}} + P_{\text{ц}} - P_{\text{п}}$	—
16	$V_{\text{п}} = \frac{A}{S_{\text{к}}} \sqrt{F_{\text{г6}}} + \frac{B}{S_{\text{к}}} F_{\text{г6}} + \frac{B}{S_{\text{к}}} (P_{\text{ц}} - P_{\text{п}})$	—
17	$C = \frac{B}{S_{\text{к}}} (P_{\text{ц}} - P_{\text{п}})$	—
18	$V_{\text{п}} = \frac{A}{S_{\text{к}}} \sqrt{F_{\text{г6}}} + \frac{B}{S_{\text{к}}} F_{\text{г6}} + C$	—
19	$F_{\text{ам}}^{\Sigma} = F_{\text{ам}}^{\text{г}} - F_{\text{ам}}^{\text{у}}$	$F_{\text{ам}}^{\Sigma}$ — усилие, развиваемое амортизатором без учёта буфера, $F_{\text{ам}}^{\text{г}}$ — гидравлическое усилие сопротивления, $F_{\text{ам}}^{\text{у}}$ — упругое сопротивление амортизатора
20	$F_{\text{ам}}^{\Sigma} = P_{\text{ц}} S_{\text{к}} + P_{\text{ат}} S_{\text{шт}} - P_{\text{п}} (S_{\text{к}} + S_{\text{шт}})$	$P_{\text{ат}}$ — атмосферное давление, $S_{\text{шт}}$ — площадь поперечного сечения штока
21	$F_{\text{ам}}^{\text{у}} (P_{\text{п}} - P_{\text{ат}}) S_{\text{шт}}$	—
22	$P_{\text{ц}} S_{\text{к}} = F_{\text{ам}}^{\text{г}} + P_{\text{п}} S_{\text{к}} \Rightarrow P_{\text{ц}} = \frac{F_{\text{ам}}^{\text{г}}}{S_{\text{к}}} + P_{\text{п}}$	—
23	$C = \frac{B}{S_{\text{к}}} \left( \frac{F_{\text{ам}}^{\text{г}}}{S_{\text{к}}} + P_{\text{п}} - P_{\text{п}} \right) = \frac{B}{S_{\text{к}}} F_{\text{ам}}^{\text{г}}$	—
24	$F_{\text{г6}} = \left( \frac{-\frac{A}{S_{\text{к}}} + \sqrt{\left(\frac{A}{S_{\text{к}}}\right)^2 - 4 \left(\frac{B}{S_{\text{к}}}\right) (C - V_{\text{п}})}}{2 \frac{B}{S_{\text{к}}}} \right)^2$	—

формулу 4 можно переписать в виде 5. Из неё получаем, что максимальная жёсткость пружины будет соответствовать максимально возможному диаметру её витка. Максимальный диаметр витка, который можно вписать в заданную конструкцию, равняется 4,8 мм. Следовательно, максимальная жёсткость равняется

$$k_{\max} = \frac{980 \cdot 10^6 \pi (4,8 \cdot 10^{-3})^3}{8 \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 25 \cdot 10^{-3}} = 42\,561 \text{ Н/м.}$$

Площадь дроссельной щели будет варьироваться в пределах:  $0 \leq \omega_{\text{щ}} \leq +\infty$ . Дроссельная щель может отсутствовать, и тогда её площадь равна нулю, а вся жидкость будет перетекать через кольцевой зазор между втулкой направляющей и штоком. Отсутствие буфера отбоя соответствует площади дроссельной щели, равной бесконечности, так как усилие сопротивления буфера при этом будет равняться нулю.

Выясним зависимость характеристик буферов от варьируемых параметров. Упругая характеристика пружинного буфера в зависимости от жёсткости пружины рассчитывается по формуле

$$F_{\text{пр}} = \begin{cases} kh & \text{при } h \leq H; \\ k_{\text{зам}}(h - H) + kH & \text{при } h > H, \end{cases}$$

где  $h$  — деформация буфера,  $k_{\text{зам}}$  — жёсткость буфера при замкнутых витках пружины. Для определения формулы расчёта *характеристики гидравлического буфера* воспользуемся уравнением 6 (см. таблицу) расхода и неразрывности потока жидкости [4]. Тот же расход можно вычислить по формуле 7.

Из гидравлики известно [6], что расход жидкости через дроссельную щель будет вычисляться по формуле 8. Перепад давления и усилие сопротивления гидравлического буфера связаны зависимостью 9. Подставив эту формулу в предыдущую, получаем зависимость 10 расхода амортизаторной жидкости через щель от усилия сопротивления гидравлического буфера. Обозначим

$$A = \frac{\mu \omega_{\text{щ}}}{\sqrt{0,5 \rho S_{\text{к}}}}$$

и подставим в формулу 10. Получаем формулу 11.

Так как шток и направляющая втулка, как правило, несоосны (шток одним краем прижат к стенке направляющей втулки), расход будет определяться по формуле [4] 12.

$$\text{Обозначив } B = \frac{2,5 \pi k_{\text{г}} d S^3}{12 l \mu_{\text{в}}}$$

и подставив в формулу 12, получаем формулу 13. Теперь подставляем её, а также формулы 7 и 11 в формулу 6. Получаем две формулы — 14 и 15. Подставив формулу 15 в 14, получаем формулу 16.

Пусть  $C = \frac{B}{S_{\text{к}}} (P_{\text{ц}} - P_{\text{р}})$  (формула 17). Подставляя эту формулу в предыдущую, получаем формулу 18.

Усилие, развиваемое амортизатором на ходе отбой, складывается из усилий гидравлического сопротивления на ходе отбой и упругого сопротивления. Так как две эти составляющие разнонаправлены, то формула для вычисления суммарного усилия будет иметь вид 19. Суммарное усилие сопротивления амортизатора соответствует формуле 20. Упругая составляющая вычисляется по формуле 21. Подставив две последние в формулу 19, после упрощения получаем формулу 22, а подставив ее в 17-ю, получаем формулу 23.

Таким образом, параметр  $C$  становится возможным определить, используя скоростную характеристику амортизатора [8]. Следовательно, решение уравнения (18) определяет гидравлическую характеристику буфера (выражение 23).

Перейдём к оптимизации характеристик ограничителя хода подвески.

Поиск оптимальных характеристик ограничителя хода отбоя был осуществлён при помощи метода Пауэла [5]. Данный метод предусматривает проведение исследуемого поиска на каждом шаге оптимизации, целью которого является выбор текущего направления спуска с учётом информации о поведении целевой функции в окрестности точки, полученной на предыдущем шаге.

Алгоритм нахождения оптимальных параметров описывается следующим образом.

1. Выбирается стартовая точка  $x^0$ , за  $k$  принимается номер итерации,

за  $n$  — число варьируемых величин в нашем случае  $n = 2$ , за  $i$  и  $j$  — вспомогательные индексы.

2. Определяем начальные условия  $i = 1, j = 1, k = 1$ .

$$3. \tilde{x}_j^k = x^{k-1}.$$

4. Для всех  $j = \overline{1, n}$   $\tilde{p}_j^k = \tilde{e}_j$ , где  $\tilde{e}_j$  — единичные векторы стандартного базиса.

5. Минимизируем функцию  $F^{\Sigma}(\tilde{x}_j^k + \chi \tilde{p}_j^k)$ , находим  $\chi_j$  при условии  $(\chi_j \in \mathbb{R}) \wedge (\tilde{x}_j^k + \chi_j \tilde{p}_j^k) \in \Omega$ .

$$6. \text{Вычисляем } \tilde{x}_{j+1}^k = \tilde{x}_j^k + \chi_j \tilde{p}_j^k.$$

7. Если  $j < n$ , то  $j = j + 1$ , возвращаемся к пункту 5. В противном случае переходим к пункту 8.

$$8. \text{Полагаем } \tilde{p} = \tilde{x}_{n+1}^k - \tilde{x}_1^k.$$

9. Минимизируем функцию  $F^{\Sigma}(\tilde{x}_{n+1}^k + \hat{\chi} \tilde{p})$ , находим  $\hat{\chi}$  при условии  $(\hat{\chi} \in \mathbb{R}) \wedge (\tilde{x}_{n+1}^k + \hat{\chi} \tilde{p}) \in \Omega$ .

$$10. \text{Вычисляем } z_i = \tilde{x}_{n+1}^k + \hat{\chi} \tilde{p}.$$

11. Если  $i < n$ , то для всех  $j = \overline{1, n}$   $\tilde{p}_j^k = \tilde{p}_{j+1}^k$  и  $\tilde{p}_n^k = \tilde{p}$ ,  $\tilde{x}_1^k = z_i$ ,  $j = 1$ ,  $i = i + 1$  и переходим к шагу 5. В противном случае, при  $i = n$ , переходим к шагу 12.

$$12. \text{Принимаем } x^k = z_n.$$

13. Если  $|x^k - x^{k-1}| < \varepsilon$ , то вычисления прекращаем и полагаем  $x^* \approx x^k$  и  $F^{\Sigma}(x^*) \approx F^{\Sigma}(x^k)$ . В противном случае считаем, что  $\tilde{x}_1^{k+1} = x^k$ ,  $i = 1, j = 1, k = k + 1$ , и возвращаемся к пункту 4.

Для оптимизации в качестве стартовой точки была выбрана точка  $x^0$  (2,7 мм<sup>2</sup>; 21 000 Н/мм) и параметр остановки оптимизации  $\varepsilon = 1$ , где

$$\varepsilon = \sqrt{\left(\frac{k_i - k_{i-1}}{600}\right)^2 + \left(\frac{\omega_i - \omega_{i-1}}{3 \cdot 10^{-8}}\right)^2}.$$

Результаты расчёта первого этапа сведены в таблицу, по которым построены графики (рис. 2).

Оптимизация была завершена на первом шаге, в результате была получена оптимальная точка  $x^*$  (4,365 мм<sup>2</sup>; 21 000 Н/мм). Поскольку целевая функция может иметь ов-

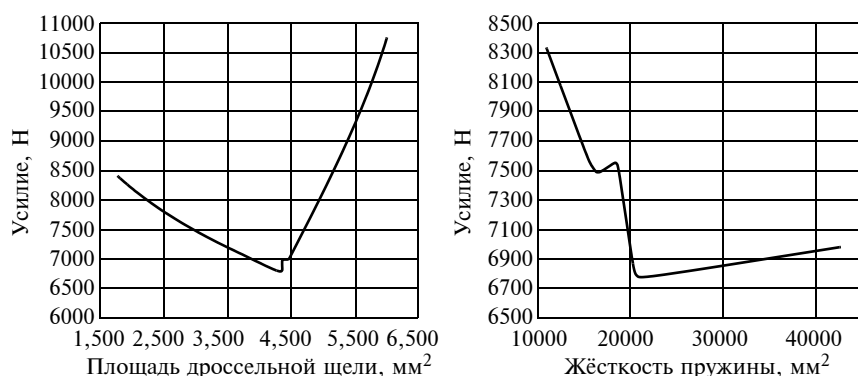


Рис. 2. Зависимость целевой функции от варьируемых параметров, первый этап

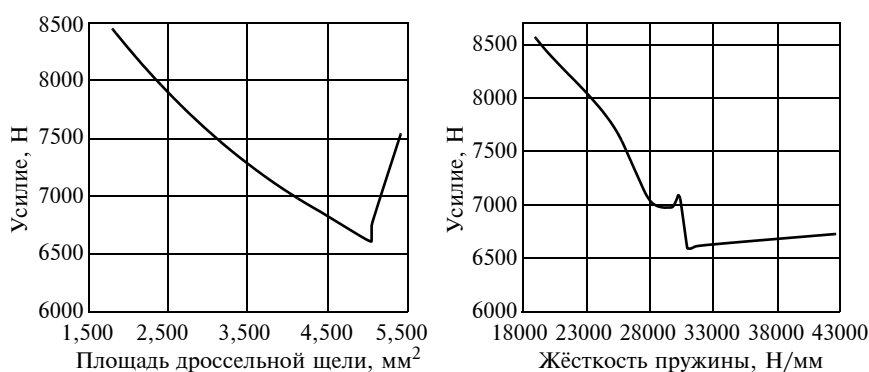


Рис. 3. Зависимость целевой функции от варьируемых параметров, второй этап

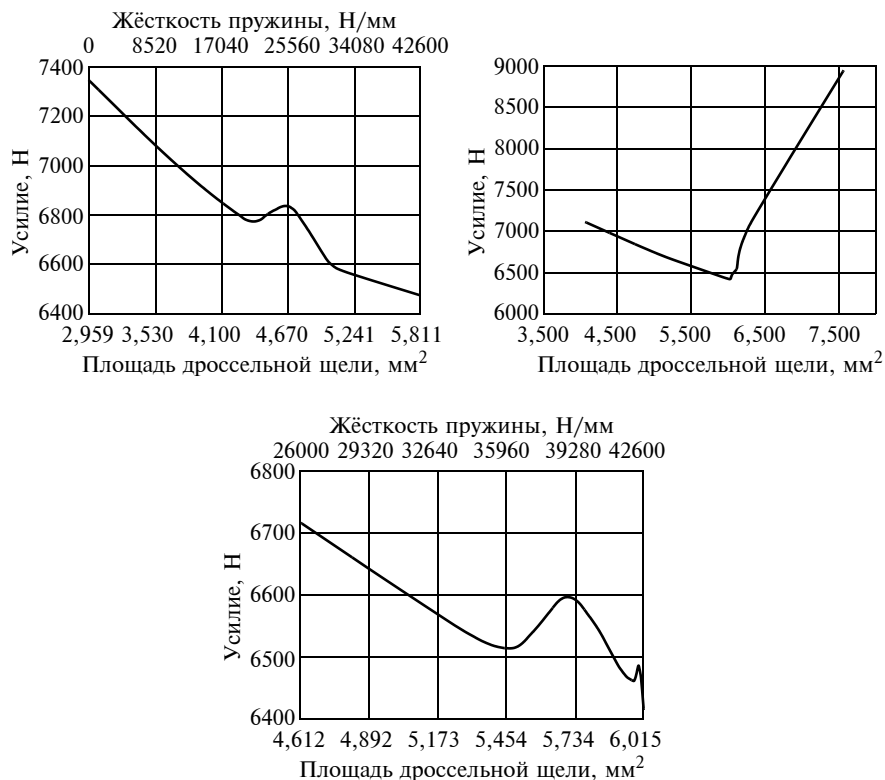


Рис. 4. Зависимость целевой функции от варьируемых параметров, третий этап

ражную структуру, была проведена оптимизация с использованием другой стартовой точки  $x_0^2$  ( $2,7 \text{ мм}^2$ ;  $31\,000 \text{ Н/мм}$ ). Результаты расчёта второго этапа также сведены в таблицу, по которой построены графики (рис. 3).

Как и в предыдущем случае, оптимизация была завершена на первом шаге, но её результаты отличны от первого случая  $x_2^*$  ( $5,034 \text{ мм}^2$ ;  $31\,000 \text{ Н/мм}$ ). Этот факт подтверждает овражную структуру целевой функции. Поэтому оптимизация была проведена заново, но за начальное направление был выбран вектор

$$\vec{p}_1^1 = \overrightarrow{x_2^* - x^*},$$

а в качестве стартовой точки была принята точка  $x^0 = x^*$ . Результаты оптимизации, по которым построены графики (рис. 4), также сведены в таблицу. В итоге были получены параметры ограничителя хода отбоя  $x_3^*$  ( $6,015 \text{ мм}^2$ ;  $42\,000 \text{ Н/мм}$ ), позволяющие снизить нагрузки, передаваемые на кузов автомобиля, до  $6416 \text{ Н}$ , что на  $43\%$  меньше изначальной, при использовании стандартного "мягкого" буфера с 5 рабочими элементами.

Таким образом, установлена взаимосвязь между варьируемыми величинами и характеристиками буфера отбоя амортизатора, а также получены значения варьируемых величин, обеспечивающих передачу минимальных нагрузок на кузов автомобиля.

## Литература

1. Черепанов Л.А. Экспериментальное определение характеристик ограничителей буферов хода отбоя амортизатора подвески легкового автомобиля / Черепанов Л.А., Гордеев Д.А. // Автомобильная промышленность. — 2017. — № 3. — С. 10–14.
2. Черепанов Л.А. Разработка математической модели проезда единичной неровности автомобилем с нелинейными ограничителями хода в подвеске / Черепанов Л.А., Гордеев Д.А. // Автомобильная промышленность. — 2019. — № 8. — С. 25–31.
3. Курендаш Р.С. Конструирование пружин / Курендаш Р.С. — Киев: Машгиз, 1958. — 110 с.
4. Френкель Н.З. Гидравлика / Френкель Н.З. — М.: Госэнергоиздат, 1956. — 453 с.
5. Аттетков А.В. Методы оптимизации: Учеб. для вузов / Аттетков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. — 2-е изд., стереотип. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. — 440 с.



## МЕТОД ЗАЩИТЫ ГИДРОСИСТЕМ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ОТ АВАРИЙНЫХ ПОТЕРЬ ГИДРОЖИДКОСТИ

Д-р техн. наук **РОГОЖКИН В.М.**,  
канд. техн. наук **УШАКОВ Н.А., УШАКОВ А.Н.**  
Волжский ПИ (филиал) ВолгГТУ;  
Высшая школа экономики (sdmio@mail.ru)

*Предложен новый метод защиты гидросистемы автотранспортных средств, обеспечивающий двойное перекрытие повреждённого участка гидролинии, а следовательно, более надёжную защиту наземно-транспортных систем при разрушении рукавов высокого давления.*

**Ключевые слова:** гидравлическая жидкость, защитное устройство, аварийный выброс рабочей жидкости, время срабатывания, рукава высокого давления.

### Rogozhkin V.M., Ushakov N.A., Ushakov A.N. METHOD FOR PROTECTING THE HYDRAULIC SYSTEMS OF MOTOR VEHICLES FROM ACCIDENTAL LOSS OF HYDRAULIC FLUID

*A new method for protecting the hydraulic system of motor vehicles is Proposed, which provides double overlap of the damaged section of the hydraulic line, and therefore, more reliable protection of ground transport systems when high-pressure hoses are destroyed.*

**Keywords:** hydraulic fluid, protective device, emergency discharge of working fluid, response time, high-pressure hoses.

При эксплуатации машин с гидравлическим приводом рабочих органов нередко возникают случаи разгерметизации напорной гидролинии из-за разрыва соединительных шлангов высокого давления. Неисправности механических соединений в элементах гидравлической системы и износ герметичных уплотнений приводят к потерям гидрожидкости, простоям агрегатов, понижению показателя производительности и к экологическим последствиям.

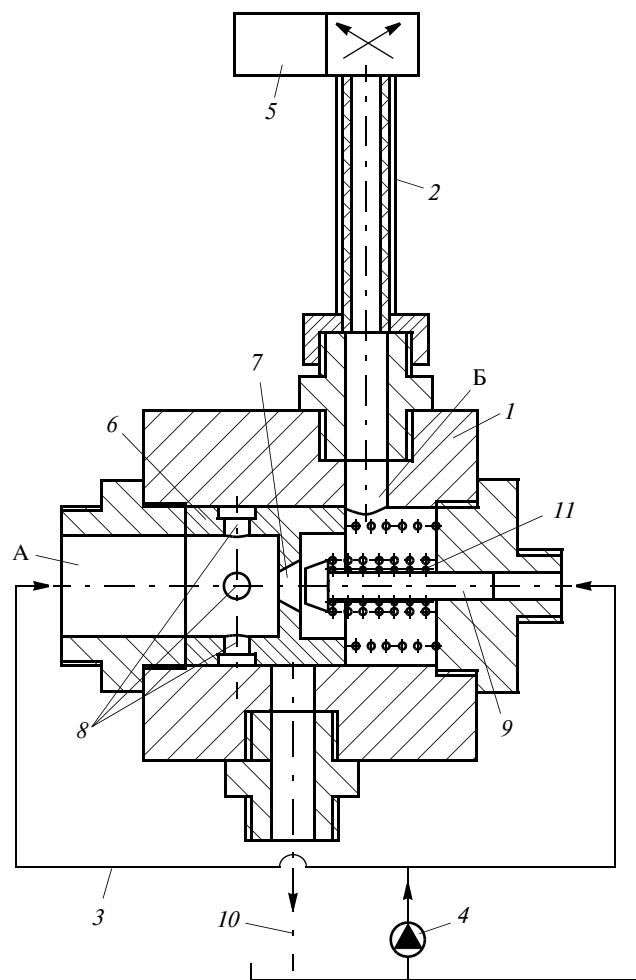
Анализ неисправностей [1] показывает, что больше всего аварийных случаев приходится на шланги напорной гидролинии (около 45 %). А для тракторов и сельскохозяйственной техники, согласно нашим исследованиям, число отказов ещё больше. Далее, количество отказов клапанов — 30 %, насосов — 15 %, другие отказы происходят в гидравлических цилиндрах и гидравлическом баке.

Исследования показывают, что на одно транспортное средство в среднем теряется около 20 литров гидравлической жидкости в год из-за неисправностей в гидравлической системе. В денежном выражении это около 3 тыс. р. (в ценах 2020 г.). Если учитывать потери от простоя машин, связанные с устранением аварийных случаев в гидросистеме, а также затраты на ликвидацию последствий от загрязнения окружающей среды вредными веществами, то ущерб составит более 5 тыс. р.

В связи с этим в настоящее время большое внимание уделяется разработке методов защиты, снижающих или предотвращающих выброс рабочей жидкости в атмосферу при разрушении гидролинии. Эта пробле-

ма была изучена многими авторами — [2, 3] и др., которые предлагают множество способов защиты гидравлических систем от выброса рабочей жидкости. В предлагаемых способах используются гидропневматические, электропневматические, поплавковые и др. устройства защиты гидравлических систем. Самым эффективным из ранее разработанных является устройство, основанное на гидромеханическом способе, которое обладает достаточной скоростью срабатывания (время быстроедействия составляет примерно 0,3 с), характеризующемся малыми потерями гидравлической жидкости и простотой в изготовлении.

Разработанные ранее способы, основанные на гидромеханическом методе защиты, имеют один недостаток — высокую скорость посадки клапана в плунжер устройства, что приводит к повышенному износу клапана и посадочного места в плунжере и сокращает срок службы устройства. Предложенные технические решения, которые уменьшают силу удара гидравлического клапана о посадочное место, за счёт установки пружины, обладающей более низкой жёсткостью в ус-



*Защитное устройство гидросистем колёсных и гусеничных машин с элементом переменной жёсткости и защитной оболочкой:*

1 — узел; 2 — плотная на разрыв оболочка; 3 — напорная гидравлическая линия; 4 — гидравлический насос; 5 — гидравлический распределитель; 6 — механический плунжер; 7 — посадочное место клапана в плунжере; 8 — радиальные отверстия плунжера; 9 — клапан защитного устройства; 10 — сливная гидравлическая линия; 11 — пружина, установленная дополнительно

тройстве, снижают скорость быстрого действия устройства и, как следствие, потери гидравлической жидкости при разрыве напорного трубопровода увеличиваются.

Нами же предложено устройство, основанное на гидромеханическом методе, но в отличие от ранее разработанных устройств вместо одной пружины имеющее упругий элемент переменной жёсткости. Метод защиты (см. рисунок) содержит гидромеханический блок 1, прочную герметичную защитную оболочку 2, которая установлена на рукава высокого давления, гидравлическую линию высокого давления 3 и механический клапан 9 с упругим элементом переменной жёсткости. Предложенный способ устанавливается между гидравлическим насосом 4 и гидравлическим распределителем 5.

Узел 1, имеющий гидромеханическое назначение, содержит плунжер 6, который подпружинен в корпусе пружины, имеет одно осевое и четыре радиальных отверстия 8 и подпружиненный механический клапан 9. Кроме всего прочего, предлагаемый метод имеет дополнительную пружину 11, которая устанавливается на клапане и её применение снижает силу удара клапана о седло в плунжере данного устройства. Применение дополнительной пружины увеличивает общую жёсткость пружин, установленных на клапане защитного устройства по сравнению со способами, в которых установлена только одна механическая пружина. В предлагаемом способе, в момент срабатывания предохранительного устройства, скорость движения кла-

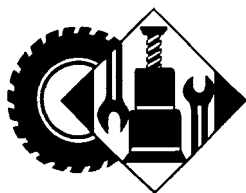
пана будет больше скорости клапана, если бы на него действовала одна пружина. Но в момент окончания срабатывания плунжерной пары устройства его скорость будет меньше, чем в случае с одной пружиной, так как в этот момент установленная дополнительная пружина 11 не будет влиять на закрытие клапана.

Следовательно, установка пружины с переменной жёсткостью в устройство защиты не ведёт к уменьшению быстрого действия, и скорость перемещения клапана в момент окончания закрытия и момент силы удара о посадочное гнездо клапана будут меньше, по сравнению с имеющимися устройствами (с установленной одной пружиной), что ведёт к уменьшению износа седла клапана и повышению срока службы и надёжности работы устройства.

В предлагаемом устройстве защиты предусмотрена прочная на разрыв герметичная оболочка 2. Она обеспечивает сбор гидравлической жидкости при разрушении линии высокого давления.

#### Литература

1. Фоменко Н.А. Совершенствование эксплуатационных свойств гидравлических систем машинно-тракторных агрегатов. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук / Н.А. Фоменко. — Волгоград, 2002. — 163 с.
2. Автономный гидропривод: пат. 2179661 Рос. Федерация. № 200108060/06; заявл. 03.04.00; опубл. 20.02.02.
3. Гидравлическая система с автоматическим отключением подачи гидравлической жидкости потребителям: пат. 2258842 Рос. Федерация. № 2003128347/06; заявл. 22.09.03; опубл. 20.03.05.



## ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

УДК 658.5.011

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ

РАЗГОВОРОВ К.И.

(razgovorov@rambler.ru)

*Рассмотрены особенности функционирования системы автотехобслуживания, даны рекомендации по её усовершенствованию за счёт применения информационных и инновационных технологий.*

**Ключевые слова:** эффективность системы автотехобслуживания, применение информационных и инновационных технологий.

Razgovorov K.I.

### IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE AUTO MAINTENANCE SYSTEM

*The features of the functioning of the car maintenance system are considered, recommendations are given for its improvement through the use of information and innovative technologies.*

**Keywords:** efficiency of the car maintenance system, the use of information and innovative technologies.

Дилерская сеть предприятий по реализации автотранспортных средств в России постоянно увеличивается (~7,3 % в год) с ежегодным ростом парка автомобилей (~5,1 %). Так, например, только в Москве корпорация "Дженерал Моторс" число авторизованных дилерских предприятий увеличила с 7 до 17 ед. ОАО "АвтоВАЗ" за последние годы увеличил свою дилерскую сеть до 459 ед. в 230 городах России.

Высокие объёмы продаж АТС (легковых ~1300 тыс. ед., грузовых ~55,5 тыс. ед., автобусов ~42 тыс. ед. в год) обусловили проблему отставания в развитии системы автотехобслуживания (АТО). Для решения этой проблемы требуется детальная проработка научных, методических и организационных процессов. Основными из них являются: развитие производственно-технической базы (ПТБ) дилерских станций технического обслуживания автомобилей (ДСТОА); внедрение информационных технологий в процесс ТО и ремонта; рациональное обеспечение запасными частями; подготовка высококвалифицированных кадров.



Рис. 1. Графическая интерпретация достижения цели и задач системы АТО

Эффективность функционирования системы АТО зависит от рационального управления материальными, техническими и информационными потоками, производственными и вспомогательными процессами АТО. Внедрение высокотехнологичных систем управления позволяет обеспечить решение главной задачи АТО — полное и качественное удовлетворение потребности населения в оказании сервисных услуг техники при оптимизации трудовых и финансовых затрат с обеспечением нормативного влияния на экологическую и дорожную безопасность.

Ниже даны основные понятия и определения системы управления дилерскими предприятиями АТО на макро- и микроуровнях, выполнен анализ структуры, параметров технологических процессов и тенденций развития системы дилерских предприятий АТО. Произведено обоснование: технико-экономических показателей деятельности ДСТОА; методов определения рационального уровня запаса запасных частей; гарантийных периодов АТС в процессе их эксплуатации. Рассмотрены вопросы автоматизации и имитационного моделирования при управлении производственными процессами АТО.

Выполненный анализ современного состояния и тенденций развития системы АТО позволил сформировать приоритетную область исследования основных её подсистем, графически представленных на рис. 1. Произведено математическое моделирование входящего потока АТС на ДСТОА, а также производственных процессов дилерских предприятий АТО.

Среднее число обслуживаний на ДСТОА меняется в течение суток, а также по дням недели, сезонам и т.п. Это обуславливается как случайной природой причин, порождающих потребность в обслуживании, так

и определёнными закономерностями в её формировании — утреннее или вечернее время.

Необходимо также учесть отношение времени устранения неисправности ( $T_{y,n}$ ) к общему времени поиска самой неисправности ( $T_{п.н}$ )

$$K1 = T_{y,n}/T_{п.н} \quad (1)$$

Коэффициент  $K1$  характеризует качество организации и планирования ТВ с точки зрения производственных затрат: чем больше коэффициент  $K1$ , тем меньшую долю в общем времени ремонта составляют различного рода задержки, ожидания, простои.

Для оценки потерь времени ожидания в очереди на постановку АТС в ТО или ремонт, состоящее из объективно необходимого и возникающего из-за недостатков в организации проведения работ предлагается коэффициент  $K2$

$$K2 = (T_{он} + T_{орг})/T_{ож} \quad (2)$$

где  $T_{он}$  — объективно необходимое время ожидания ТО или ремонта;  $T_{орг}$  — потери времени из-за недостатков организации производства;  $T_{ож}$  — среднее время ожидания в очереди при оптимальной её организации. Определение  $T_{ож}$  встречает определённые трудности, поскольку в реальных условиях не поддаётся прямому подсчёту. Поэтому получено либо оценочным путём с использованием методов теории массового обслуживания на основе данных о параметрах ремонтных зон и участков ДСТОА и характеристик потока заявок на ремонт, либо хронометражными наблюдениями.

Основная цель моделирования производственных процессов АТО — сформировать комплекс показателей для оценки свойств этих процессов, необходимых для успешного управления ДСТОА, а также оценить



Рис. 2. Структура системы управления производственными и вспомогательными процессами АТО

потенциальные возможности создания проекта системы управления.

Общее время нахождения автомобиля на ДСТОА складывается из следующих составляющих (для большинства владельцев важна сумма всех фаз обслуживания), которая определяется как

$$T_{\text{об}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{м}} + t_{\text{o}} + t_{\text{выд}}, \quad (2)$$

где  $t_{\text{пр}}$  — время приёмки автомобиля, включая контрольно-диагностические операции и оформление необходимой документации, ч;  $T_{\text{м}}$  — время на уборочно-моечные работы, ч;  $T_{\text{o}}$  — основное время обслуживания, ч;  $T_{\text{выд}}$  — время выдачи АТС её владельцу. Откуда

$$t_{\text{пр}} = T_{\text{пр}} k_1 k_2 k_3 k_4; \quad t_{\text{o}} = \sum T_{\text{ТВ}}^{\text{н}} k_{\text{вып}}; \\ k_{\text{вып}} = T_{\text{ТВ}}^{\text{ф}} / T_{\text{ТВ}}^{\text{н}}; \quad t_{\text{выд}} = \Delta t_i x_i, \quad (3)$$

где  $T_{\text{пр}}$  — нормативное время приёмки АТС, н/ч;  $k_1, k_2, k_3, k_4$  — корректирующие коэффициенты, зависящие от оснащения поста приёмки; квалификации сотрудника сервиса, осуществляющего приёмку (мастера-приёмщика); степени автоматизации программного обеспечения (ПО) ДСТОА; класса АТС соответственно;  $k_{\text{вып}}$  — коэффициент, учитывающий время фактического выполнения ТВ;  $T_{\text{ТВ}}^{\text{ф}}$  — фактическая трудоёмкость выполнения ТВ, н/ч;  $T_{\text{ТВ}}^{\text{н}}$  — нормативная трудоёмкость выполнения ТВ, н/ч;  $\Delta t_i$  — продолжительность нахождения  $i$ -го АТС в неисправном (необслуженном) состоянии;  $x_i$  — управляющие переменные, меняющиеся в зависимости от состояния АТС, от нуля до единицы.

Выражения (2–3) описывают процесс функционирования ДСТОА. Величины, входящие в систему, носят случайный характер и, следовательно, всё поведение системы случайно.

Для развития системы дилерских предприятий АТО характерно: расширение функций и задач управления, усложнение объектов и законов управления, переход к сложным многоцелевым системам управления; управление в условиях значительной и всё возрастающей

по мере усложнения систем управления неопределённостью свойств сложного объекта управления или процесса, влияния внешних условий, взаимодействия отдельных подсистем управления, целей управления, критериев качества и др.; широкое применение средств вычислительной техники для реализации алгоритмов и оценки качества управления, создания многопроцессорных систем управления, реализация диалога "человек—система управления", повышение эффективности исследования систем управления.

Представим структуру управления производственными процессами АТО в виде совокупности типовых задач, независимо от типа и фазы производства (рис. 2). Как следует из рисунка, производственный процесс является сложным объектом управления со случайными во времени характеристиками, зависящими от большого числа переменных, и наличием недостаточного объёма априорной информации о техническом состоянии АТС. Эта недостаточность априорной информации состоит в следующем: техническое состояние АТС постоянно изменяется во времени; дополнительные объёмы ТВ по устранению скрытых неисправностей не определены; устранение выявленных неисправностей происходит по согласованию с владельцем АТС, нет гарантии, что необходимые детали и материалы имеются в наличии на складе.

В процессе ТО и ТР АТС на ДСТОА происходит отклонение параметров производственного процесса

$$Q = f(t, v, S, h, P), \quad (4)$$

где  $t$  — время обслуживания АТС, чел.-час;  $v$  — скорость подачи АТС на участок, чел.-час;  $S$  — наличие запчастей на складе, шт.;  $h$  — технические характеристики оборудования и инструмента;  $P$  — трудовые ресурсы, чел.

Как показано на рис. 2, для повышения качества управления в систему вводят блок "контроля качества" с обратной связью на всю систему управления производственными процессами АТО, позволяющего получить и оценить информацию о выполнении команд

управления, а также устранить появление возможного несоответствия принятым стандартам производителя АТС.

Следовательно, деление производственного процесса АТО на подсистемы позволяет определить способ управления каждым блоком с последующим объединением управляющего воздействия в единую систему управления системы АТО. В процессе объединения подсистем учитываются не только внутренние связи, но и связь с подсистемами управления работоспособностью АТС, а также обслуживающих и вспомогательных подразделений ДСТОА.

В процессе управления системой дилерских предприятий АТО и процессами в ней происходит обмен информацией между управляющими и управляемыми элементами. Целесообразнее рассмотреть систему АТО с внутренними и внешними связями, которые представляют собой каналы информации.

Система управления производственными и вспомогательными процессами АТО включает в себя следующее компонентное обеспечение: информационное; юридическое; нормативное и документальное; методическое; кадровое; техническое (о показателях надёжности АТС); материально-техническое; подразделения системы управления.

Модель системы управления сервис—гарантия—запасы—персонал (СГЗП) представляет собой сложную динамическую систему, состоящую из совокупности объединённых причинно-следственными связями частных (локальных) моделей, элементов и подсистем. Одним из наиболее признанных методов построения сложных систем является концепция SADT-моделирования.

Для формулировки цели поставим ряд вопросов, ответы на которые должна давать модель.

1. Как обеспечить эффективность управления системой АТО?

Необходимо определить, какими составляющими системы следует в данный момент управлять для получения высокой конкурентоспособности и рентабельности сервисных услуг?

2. Какие подсистемы включить в систему управления?

Формирование оптимального комплекса подсистем в системе управления АТО возможно только на основе технико-экономической информации о работе конкретного предприятия.

3. Как обеспечить требуемый уровень работоспособности АТС и удовлетворить спрос на услуги автовладельцев?

Для этого необходимо провести экспериментальные исследования и получить данные о надёжности АТС и её элементов в различных условиях эксплуатации.

4. Какой или какие критерии оценки эффективности системы управления?

Критериями оценки эффективности системы АТО являются: выполнение необходимых объёмов ТО и ремонтов с целью получения прибыли; выполнение гарантийных обязательств производителя; обеспечение запасными частями и материалами; поддержание требуемого уровня работоспособности АТС в эксплуата-

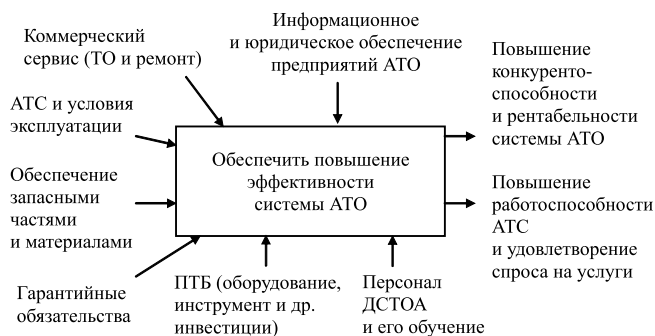


Рис. 3. Функциональный первичный блок SADT-модели "Повышение эффективности функционирования системы АТО при требуемом уровне работоспособности АТС в различных условиях эксплуатации"

ции и затраты на её поддержание; обеспечение дорожной и экологической безопасности транспортного процесса.

В качестве управляющего входа блока выступает информационное обеспечение системы управления процессами АТО, которое включает в себя информацию о технико-экономических показателях работы предприятий, надёжности АТС в различных условиях эксплуатации, а также юридическое, документальное, кадровое, материальное и методическое обеспечение (рис. 3).

Для обеспечения повышения эффективности системы управления производственными и вспомогательными процессами АТО необходимыми элементами являются финансовые ресурсы, а также оборудование и инструмент. В качестве механизма преобразования выступает персонал предприятия и его обучение. Выходами блока являются: повышение конкурентоспособности и рентабельности системы АТО, а также поддержание требуемого уровня работоспособности АТС в различных условиях эксплуатации, удовлетворение спроса на услуги автовладельцев. Техничко-экономические показатели работы дилерских предприятий АТО обеспечивают обратную связь в системе управления ими, способствуя дальнейшему совершенствованию. Реализация комплекса задач управления производственными и вспомогательными процессами АТО выполняется персоналом предприятия с учётом имеющегося на предприятии обучения, а также материальных и финансовых ресурсов на оборот запасных частей и материалов, которыми ДСТОА располагает.

Предлагается рассматривать процесс формирования комплекса задач системы управления производственными и вспомогательными процессами АТО, как три взаимосвязанные функции, давшие названия блокам, содержание которых представлено на рис. 4—6.

Так, на рис. 4 показана диаграмма Д 001 модели, в которой рассматривается её первичный блок "Обеспечение повышения эффективности системы управления производственными и вспомогательными процессами АТО при требуемом уровне работоспособности АТС в различных условиях эксплуатации". Рисунок описывает изучение взаимовлияния технического состояния АТС и систему АТО на работоспособность, в основе которой лежит преобразование входящих ра-

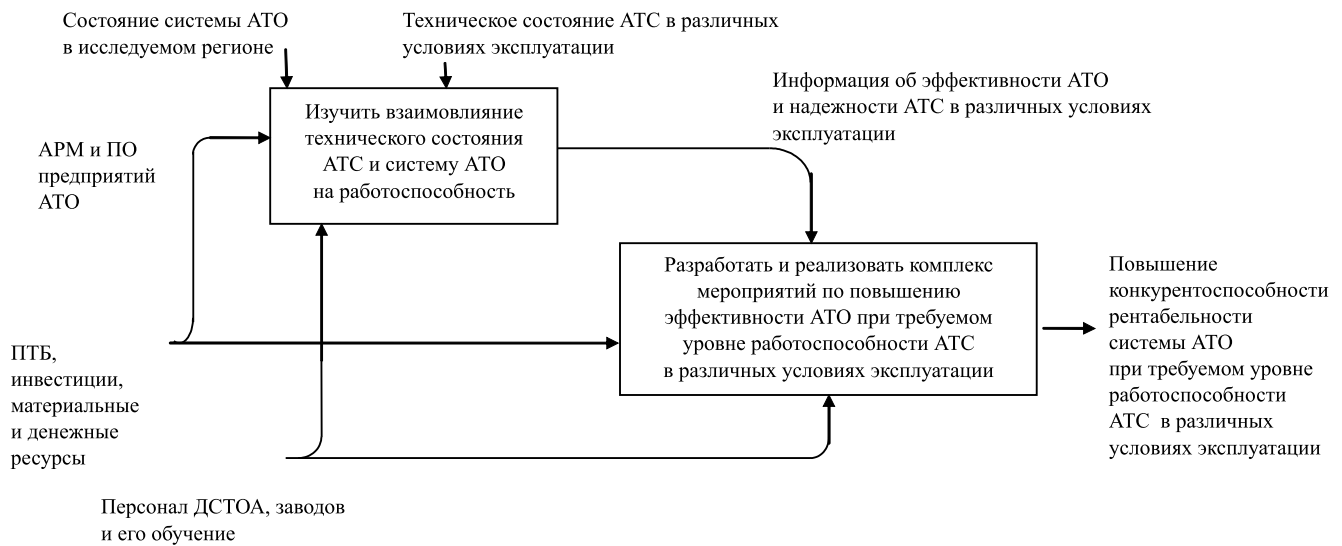


Рис. 4. "Обеспечить повышение эффективности системы АТО при требуемом уровне работоспособности АТС в различных условиях эксплуатации"

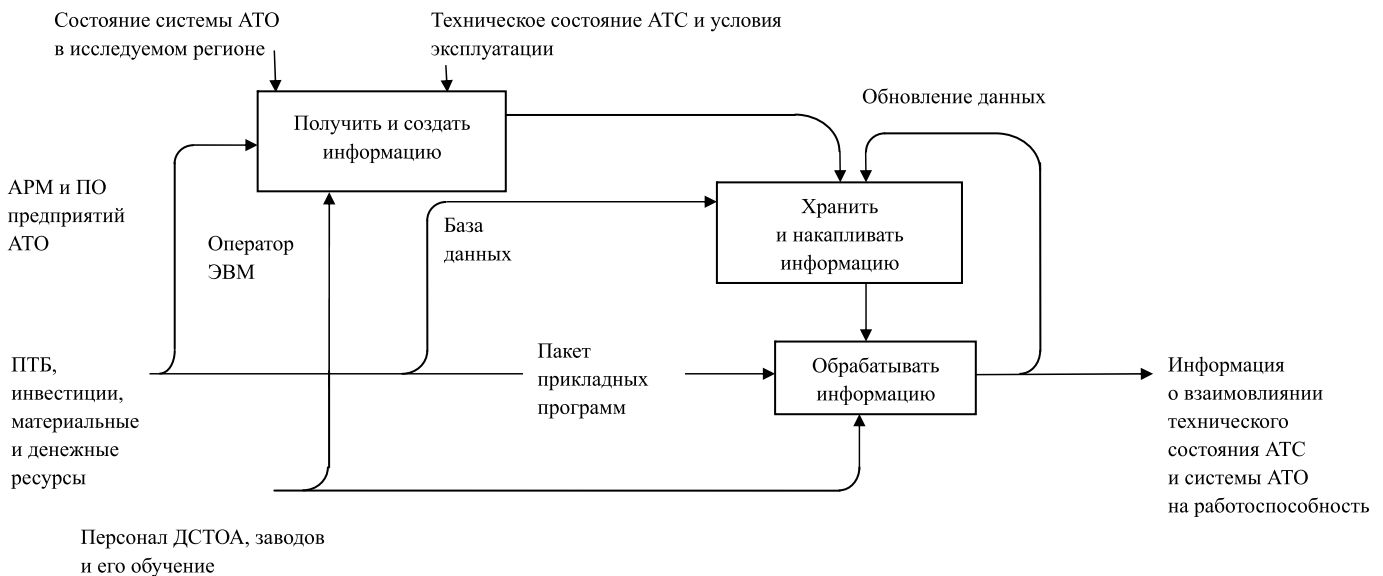


Рис. 5. "Изучить взаимовлияние технического состояния АТС и систему АТО на работоспособность"

бочих комплектов (информации о системе АТО в исследуемом регионе и техническое состояние АТС в различных условиях эксплуатации), а также разработку комплекса мероприятий по повышению эффективности АТО при требуемом уровне работоспособности АТС в различных условиях эксплуатации.

Рисунок 5 детализирует предыдущий, указывая на три главные функции: получать, хранить и накапливать, обрабатывать информацию. В качестве входа блока выступает автоматизированное программное обеспечение, а в качестве механизма — оператор ЭВМ и персонал инженерно-технических работников предприятия ДСТОА.

На рис. 6 анализируется полученная информация, оценивается и корректируется комплекс мероприятий, направленных на повышение эффективности функционирования системы АТО при требуемом

уровне работоспособности АТС в различных условиях эксплуатации. В качестве входа выступает коммуникационная сеть и её элементы, в качестве механизма — программное обеспечение. Здесь, на основе поступившей и обработанной информации, сформированного комплекса управляющих воздействий в виде рекомендаций и директив, производится практическая реализация данного комплекса. Второй блок "Оценить, откорректировать и реализовать комплекс мероприятий по повышению эффективности системы АТО при требуемом уровне работоспособности АТС в различных условиях эксплуатации" выполняет окончательное формирование комплекса задач. Функцию экспертной группы выполняют инженерно-технические работники консалтинговой организации. Выходом данного блока является комплекс мероприятий по повышению эффективности функционирования системы АТО при

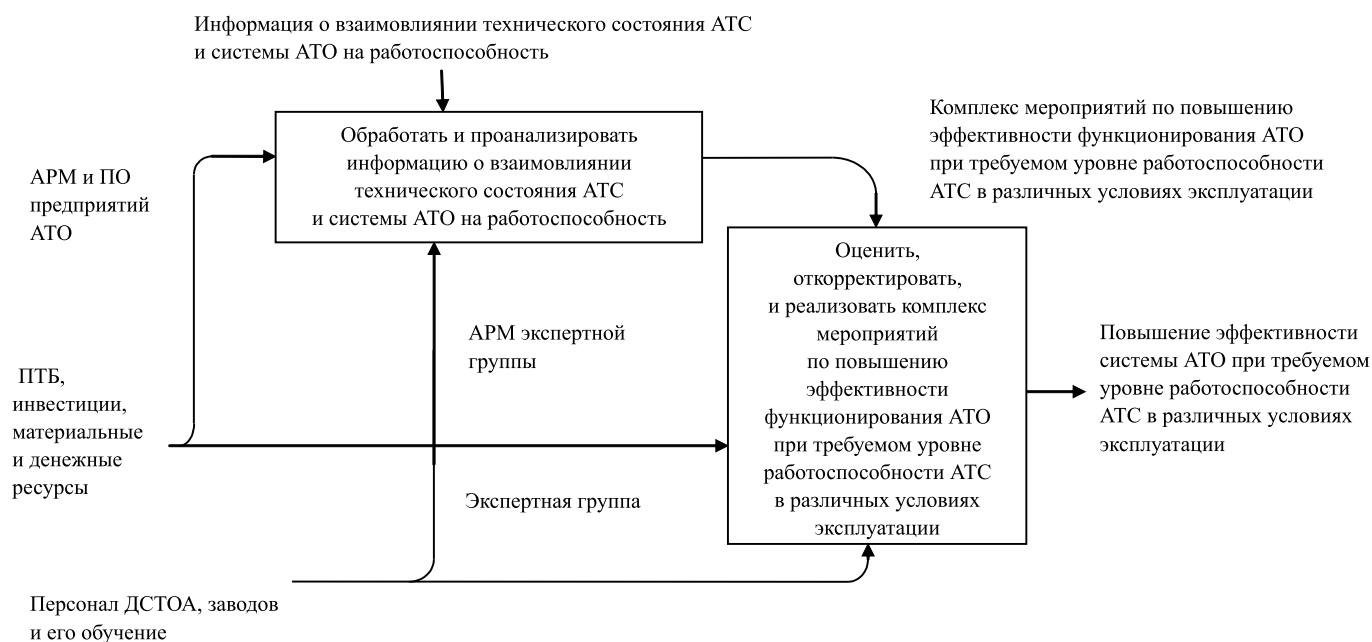


Рис. 6. "Разработать комплекс мероприятий для повышения эффективности системы АТО при требуемом уровне работоспособности АТС в различных условиях эксплуатации"

требуемом уровне работоспособности АТС в различных условиях эксплуатации. Последний выход реализует функцию интеллектуальной поддержки принятия решения. Это пример того, как *SADT* организует описание системы, создавая иерархию добавляющихся на каждом уровне функций.

Детализация блоков *SADT*-модели осуществляется на базе технико-экономического анализа состояния системы АТО в исследуемом регионе с учётом данных о надёжности АТС в различных условиях эксплуатации и последующим выявлением первоочередных задач инженерно-технической службы ДСТОА по повышению эффективности функционирования предприятий.

Важная составная часть технической эксплуатации АТС — система ТО и ремонта. Она представляет собой совокупность взаимодействующих методов и средств ТО и ремонта, регламента работ. Как отмечалось ранее, цель системы АТО заключается в обеспечении заданного уровня работоспособности в процессе эксплуатации АТС при минимальных затратах времени труда и средств на выполнение ТВ.

Предложенный в работе данный раздел теоретических исследований позволяет принять в качестве метода исследования графическое обозначение и подход к описанию системы АТО, а экспериментальные данные о надёжности АТС станут основой для разработки стратегии развития системы АТО.

Приводятся экспериментальные исследования по оценке работоспособности АТС в различных условиях эксплуатации, рассматриваются вопросы оптимального управления гарантийным обслуживанием, предлагается методика по прогнозированию объёмов работ по ТО и ремонту, исследуется процесс управления запасами в системе дилерских предприятий АТО, особое

внимание уделяется документальному и информационному обеспечению системы АТО.

Решение проблемы повышения эффективности функционирования системы дилерских предприятий АТО требует, прежде всего, наличия достоверной, систематической информации по отказам и неисправностям АТС, фактическим ресурсам, расходам запасных частей, трудоёмкостям обслуживания и ремонта, а также факторам, влияющим на эти показатели в реальных условиях эксплуатации.

Для получения статистических данных по эксплуатационной надёжности элементов двигателя, трансмиссии, рулевого управления, системы подвесок АТС изучались отказы, их характер и причины, наработки, фактические периодичности ТО.

На рис. 7 представлена интенсивность отказов АТС марки "Опель" в разных странах и различные периоды времени года. Как видим, наибольшая интенсивность отказов по двигателю происходит в странах Ближнего Востока, вне зависимости от изменения температурных условий. Такая интенсивность обусловлена нарушением регламента ТО. При эксплуатации АТС в РФ выявлена самая низкая интенсивность отказов по сравнению с другими странами. Увеличение интенсивности отказов элементов топливной системы происходит в осеннее и зимнее время года. Это явление связано с повышенной температурной нагрузкой на элементы топливной системы.

К основным причинам отказов трансмиссий следует также отнести попадание охлаждающей жидкости двигателя в контур АКПП, что способствует интенсивному износу их элементов.

Сравнительно высокая интенсивность отказов элементов рулевого управления, передней и задней подвесок в РФ вызвана сложными дорожными условия-

ми. К элементам, лимитирующим надёжность, как передней, так и задней подвесок, следует отнести шаровые шарниры, амортизаторы и верхние опорные подшипники.

Получены экспериментальные данные о надёжности автобусов (ЛиАЗ, ПАЗ, ГолАЗ, КАВЗ) в эксплуатации, что позволило: выявить характер и причины возникновения отказов; определить детали, лимитирующие надёжность; оптимизировать объёмы ТО и ТР; реализовать комплекс мероприятий, направленных на поддержание АТС в работоспособном состоянии.

Исследованы затраты на гарантийное обслуживание (ГО). Для их оптимизации необходимо воспользоваться следующей зависимостью:

$$\sum C_{гр} = C_{раб} + C_{зап} + C_{мат} \rightarrow \min, \quad (4)$$

где  $C_{раб}$  — нормативные затраты на проведение работ, руб.;  $C_{зап}$  и  $C_{мат}$  — стоимость израсходованных запасных частей и материалов, руб.

При анализе высоких расходов на ГО АТС марки "Опель" была осуществлена оценка средней стоимости одного гарантийного ремонта, которая определялась из следующего выражения:

$$C_{cc} = \sum_{i=1}^N C_{гр} / N_{гр}, \quad (5)$$

где  $C_{cc}$  — средняя стоимость одного гарантийного ре-

монта, у.е.;  $\sum_{i=1}^N C_{гр}$  — общая стоимость гарантийных ремонтов за рассматриваемый период, у.е.;  $N_{гр}$  — количество гарантийных ремонтов за этот же период, ед.

Таким образом, была установлена средняя стоимость гарантийного ремонта на один приведённый автомобиль, которая составила 402 у.е. Эта стоимость имеет незначительные отклонения от  $C_{ср}$  по месяцам года. Для определения причин таких высоких затрат

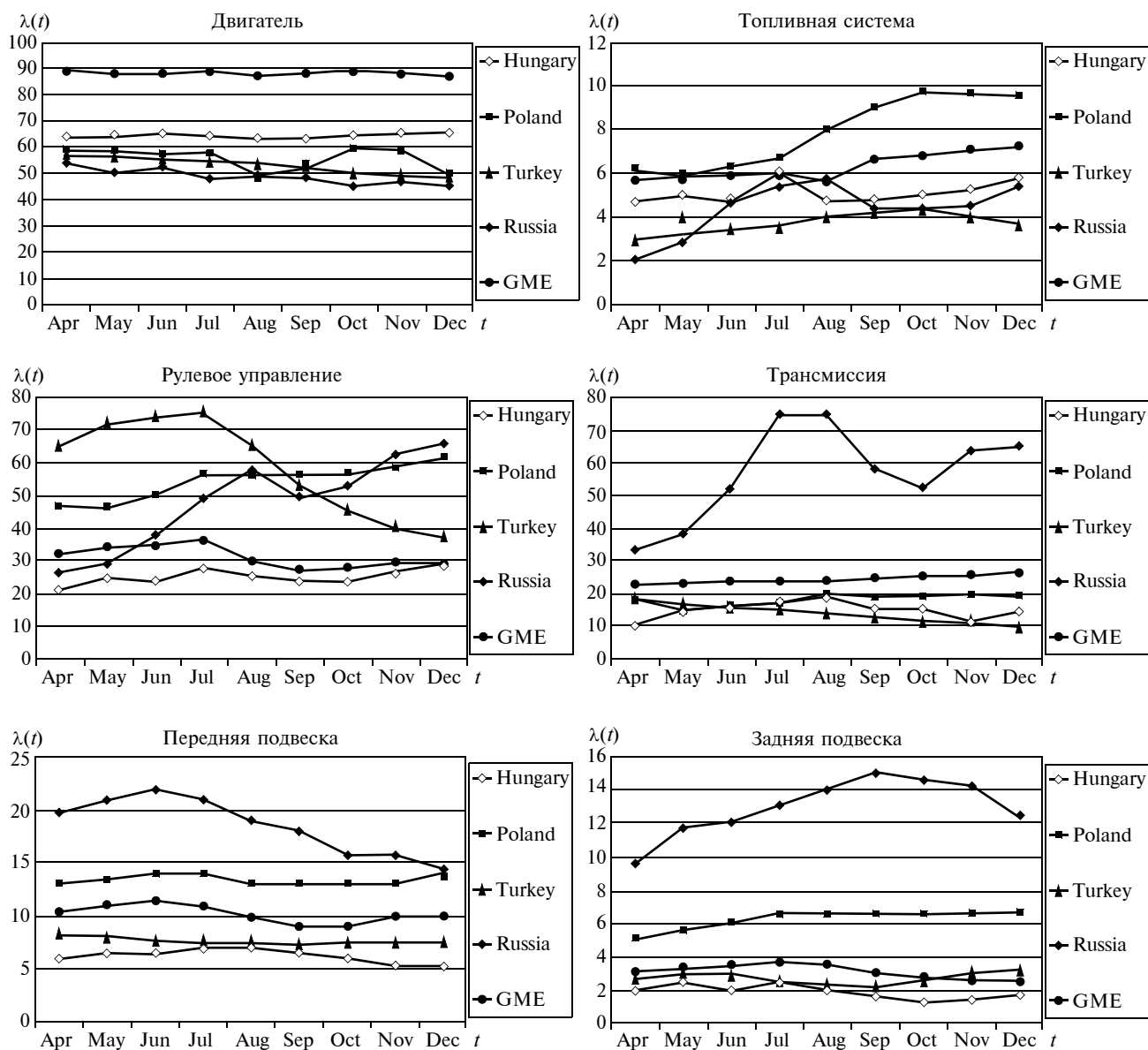


Рис. 7. Интенсивность отказов агрегатов и узлов автомобилей "Опель" по месяцам года



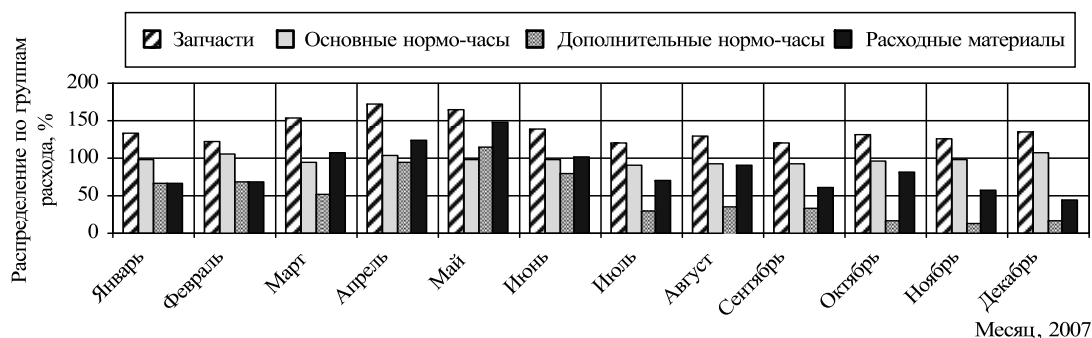


Рис. 8. Распределение составляющих гарантийного ремонта автомобилей "Опель"

выполнен анализ составляющих  $C_{ср}$  (рис. 8). Как видим, стоимость запасных частей и материалов значительно превышает затраты на проведение основных и дополнительных операций, связанных с выявлением (диагностированием) и устранением отказов (разборочно-сборочными, регулировочными и другими работами).

В связи с высоким уровнем затрат на проведение гарантийных ремонтов АТС целесообразно оптимизировать периодичности ТО в гарантийный период их эксплуатации. Как показывает практика АТО в г. Москве, обращение владельцев АТС на ДСТОА связано с возникновением различного рода и характера неисправностей АТС в эксплуатации. В целях экономии личного времени владельцы АТС, особенно в гарантийный период, совмещают устранение неисправностей с проведением ТО. В связи с этим целесообразно при определении оптимальной периодичности ТО АТС учитывать фактические показатели их надёжности.

Получение экспериментальных данных по фактическим заездам АТС в зону обслуживания для проведения ТО осуществлялось на ДСТОА официального дилера "Дженерал Моторс" ЗАО "ТПК Трейдинвест" в городе Москве. Исследовались легковые автомобили марки "Опель", "Сааб" и "Шевроле" в течение 2000—2020 годов. Обработка полученной информации производилась с помощью специализированной программы *Statistica 6*.

На рис. 9 представлена гистограмма распределения постановки автомобилей марки "Опель" для прохождения ТО-1.

Как видно из рис. 9, основная интенсивность заездов АТС на посты ДСТОА приходится на пробег от 10 до 15 тыс. км. Это связано с увеличением потока отказов и неисправностей в этом интервальном диапазоне.

Для их предупреждения целесообразно уменьшить периодичность ТО-1 для рассматриваемой группы автомобилей до 10 тыс. км. Значительное уменьшение числа заездов после пробега 15 тыс. км связано с проведением планового ТО согласно регламенту, а также устранению многих неисправностей.

На рис. 10 показана вариация постановки АТС на ТО-2, из которой видно, что основное проявление неисправностей расположено на пробеге от 25 000 до 30 000 км и составляет около 74 % всех заездов в рассматриваемом диапазоне. В связи с этим предлагается проведение ТО-2 на пробеге 25 000 км, т.к. своевре-

менное диагностирование многих узлов и систем с заменой неисправных элементов существенно снизит поток отказов. Резкое снижение потока заявок (более чем в 2,4 раза) в диапазоне от 30 000 до 35 000 км связано, в первую очередь, с проведением контрольно-диагностических и регулировочных операций при ТО-2.

Результаты продаж автобусной техники в регионы Российской Федерации показали, что парк коммерческих АТС, в том числе и автобусов, расширяется в основном за счёт новых транспортных средств отечественного и зарубежного производства. На основе статистических данных о продаже выполнялся расчёт трудоёмкостей работ по ТО и ремонту автобусной техники в исследуемых регионах РФ с использованием справочной информации о нормативах выполняемых операций.

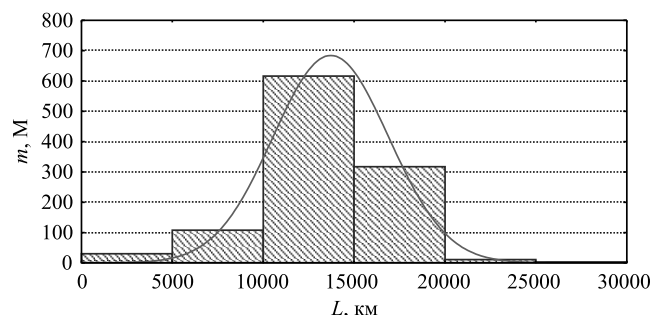


Рис. 9. Распределение заездов автомобилей "Опель" на ДСТОА для прохождения ТО-1

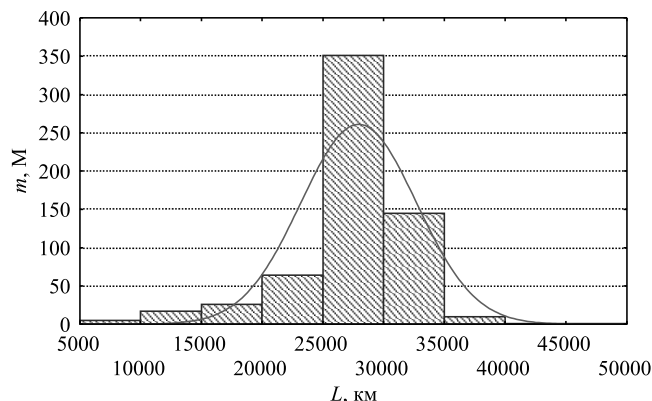


Рис. 10. Распределение заездов автомобилей "Опель" на ДСТОА для прохождения ТО-2

Общая трудоёмкость работ рассчитывалась по формуле:

$$T = \sum_{i=1}^N N_i^{\text{СТОА}} t_i k_{ci}, \quad (6)$$

где  $N_i^{\text{СТОА}}$  — количество автобусов  $i$ -марки, эксплуатирующихся в регионе и обслуживаемых ДСТОА, списочных ед.;  $t_i$  — трудоёмкость ТО и ремонта автобусов  $i$ -марки, чел · ч;  $k_{ci}$  — коэффициент сложности конструкции автобуса, учитывающий увеличение трудоёмкости работ по ТО и ТР современной автобусной техники.

Количество  $N_i$  автобусов  $i$ -марки, эксплуатирующихся в регионе, складывалось из количества проданных автобусов в текущем календарном и прошлых годах

$$N_i = N n_i^j + (N n_i^{j-1} - N c_i^{j-1}) + \dots \\ \dots + (N n_i^{j-m} - N c_i^{j-m}), \quad (7)$$

где  $N n_i^j$ ,  $N n_i^{j-1}$  — количество автобусной техники, реализованной в регионе в текущем и прошлом годах;  $N c_i^j$ ,  $N c_i^{j-1}$  — количество автобусной техники, списанной в регионе в текущем и прошлом годах.

Количество автобусов потенциально обслуживаемых ДСТОА рассчитывалось по выражению

$$N_i^{\text{ДСТОА}} = \varphi N_i, \quad (8)$$

где  $\varphi$  — коэффициент, учитывающий вероятность заездов на ДСТОА, принимался в размере 40 %.

Коэффициент прироста объёмов работ вычислялся следующим образом:

$$K_{\text{пр}} = \frac{T^m}{T^n}, \quad (9)$$

где  $T^m$  и  $T^n$  — годовые объёмы работ по ТО и ТР автобусов в текущий и прошлый год, выполняемых ДСТОА.

Важнейшим направлением повышения эффективности функционирования системы АТО является оптимизация складского хозяйства, предназначенного для обеспечения ДСТОА агрегатами, запасными частями и эксплуатационными материалами.

Основной проблемой в подсистеме "Запасы", требующей решения, является уменьшение количества неликвидов складского остатка. Неликвидный остаток склада — запчасти и материалы, не участвующие в основном материальном или финансовом обороте предприятия.

Для решения поставленной задачи должно выполняться следующее условие:

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{прих}} - C_{\text{рас}} \rightarrow \min, \quad (10)$$

где  $C_{\text{ост}}$  — стоимость нереализованных складских запасов запасных частей и материалов, руб.;  $C_{\text{прих}}$ ,  $C_{\text{рас}}$  — общая стоимость поступивших и реализованных запасных частей и материалов за анализируемый период соответственно, руб.

Для этого было введено понятие коэффициента относительной ликвидности, который представляет собой отношение

$$K_{\text{лик}} = N_{\text{прих}} / N_{\text{рас}}, \quad (11)$$

где  $N_{\text{прих}}$  и  $N_{\text{рас}}$  — количество поступивших и реализованных запасных частей на складе ДСТОА за анализируемый период.

Другим требованием является удовлетворение спроса на запасные части, вызванного со стороны заказчиков, и уменьшение возможных экономических потерь прибыли от упущенных заявок.

Величина заказа запасных частей и материалов должна основываться на полученных статистических данных по фактическому расходу за период времени с учётом корректирующих коэффициентов. Для этого необходимо использовать следующее выражение:

$$N_{\text{зак}} = (N_{\text{ост}} + N_{\text{прих}} - N_{\text{рас}}) K_{\text{сез}} K_{\text{дос}}, \quad (12)$$

где  $N_{\text{зак}}$  — количество запасных частей и материалов, необходимое для заказа на склад, шт.;  $N_{\text{ост}}$  — их остаток, шт.;  $N_{\text{прих}}$ ,  $N_{\text{рас}}$  — приход и расход за определённый период соответственно, шт.;  $K_{\text{сез}}$ ,  $K_{\text{дос}}$  — корректирующие коэффициенты, учитывающие сезонность отказов элементов и календарное время доставки запасных частей соответственно.

Для автоматизации процесса заказа запасных частей и материалов предлагается использование зависимости (12) в ПО ДСТОА, что сокращает время, затраченное на обработку информации.

По результатам выполненных исследований была построена схема поставки запасных частей, которая предназначена для обеспечения в регионе высокого уровня работоспособности АТС путём оперативной доставки необходимых материально-технических ресурсов в случаях: недостаточного объёма производства запасных частей определённой номенклатуры; появления в эксплуатации массовых однотипных отказов АТС; использования АТС в экстремальных ситуациях.

Система АТО помимо нормативов должна быть обеспечена справочными документами, функциональными актами, формами и т.д. В процессе функционирования между различными подразделениями системы АТО и ДСТОА в отдельности складываются регулярные документальные потоки по каналам прямой и обратной связи, позволяющие целенаправленно совершенствовать процесс управления.

Информационное обеспечение автоматизированной системы управления (АСУ) ДСТОА регулирует потоки и подготовку информации, организацию и выполнение информационных процессов в ИВЦ, т.е. представляют собой совокупность единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации, унифицированных систем документации и массивов информации, использованных в системах АТО.

Система повышения эффективности автотехобслуживания содержит следующие реализующие алгоритмы: централизованного функционирования ДСТОА (рис. 11); автоматизированного управления уровнем запасов (рис. 12); поиска АТС, участвующих в отзыв-

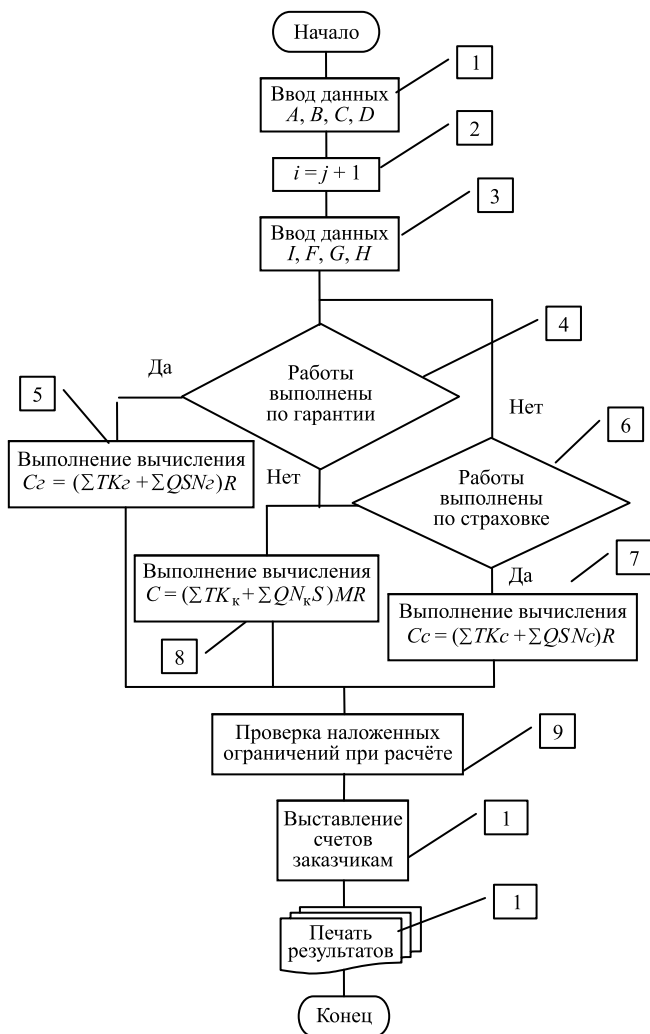


Рис. 11. Реализующий алгоритм производства на ДСТОА

ных кампаниях производителя (рис. 13); уменьшения трудозатрат при поиске сложных неисправностей в электронных системах АТС. Данные алгоритмы использовались для разработки специализированного ПО, автоматизирующего выполнения необходимых вычислений и способствующего принятию своевременных и адекватных решений по повышению эффективности функционирования ДСТОА (рис. 14). Практическая реализация ПО осуществлялась на базе ДСТОА ЗАО "ТПК "Трейдинвест" в г. Москве.

Информационно-справочная подсистема функционирует на основе данных, накапливаемых в специально отведённых модулях и время от времени корректируется. ПО ДСТОА обеспечивает интеграцию с архивными базами данных и стандартными справочниками по трудоёмкостям работ производителей, бухгалтерских информационных систем, а также каталогами запасных частей. Гарантийный модуль ПО обеспечивает связь с дилерским порталом производителя через глобальную сеть Интернет. Такое преимущество ПО позволяет быстро отправлять и получать данные от производителя.

Предусмотрено совмещение и использование сканирующих устройств на основе штрих-кодирования

при внесении информации. Применение сканирующего оборудования обеспечивает ввод информации с штрих-кодов запасных частей с голограмм и пластиковых карт без использования клавиатурного набора. При проектировании ПО на ДСТОА ЗАО ТПК "Трейдинвест" в г. Москве были заведены специальные карты на продаваемые АТС. На пластиковой карте была записана информация об АТС (дата продажи, ФИО владельца, марка и модель). При каждом обращении заказчиков на ДСТОА данная информация автоматически передавалась на АРМ с заведением первоначальных рабочих документов, что позволило уменьшить время на приемку АТС.

Подробно рассмотрены вопросы построения учебного процесса, базирующегося на методике по определению фактической потребности в обучении, разработке на её основе учебных программ. Основными результатами учебного процесса являются непрерывное улучшение методов решения технических проблем в эксплуатации, уменьшение времени на устранение неисправностей, обеспечение консультационного сопровождения вопросов заказчиков сервисных услуг и АТС.

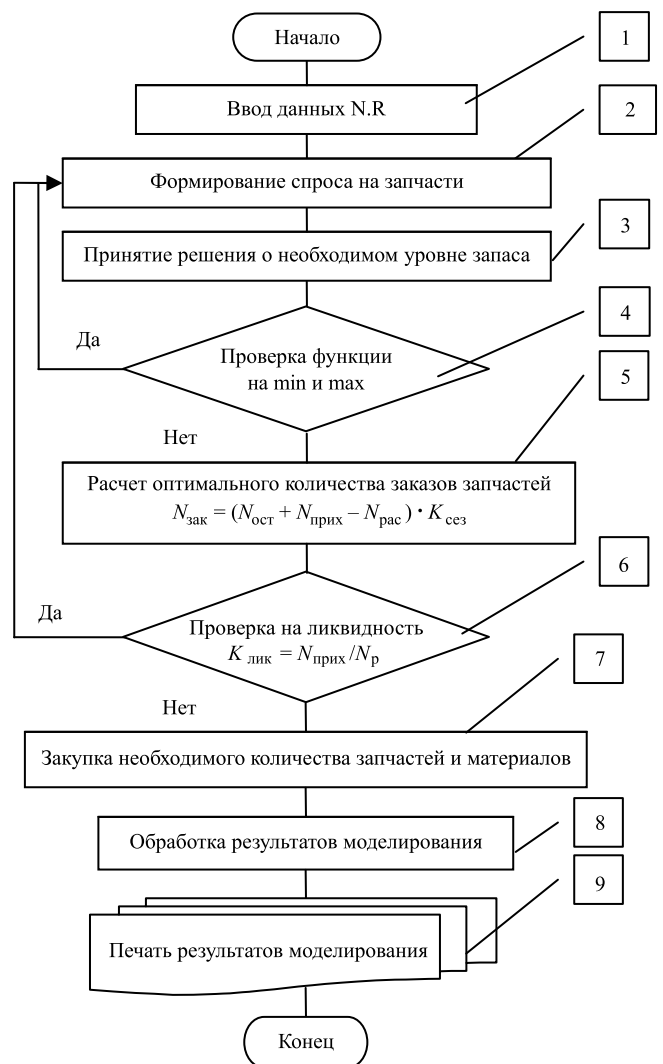


Рис. 12. Реализующий алгоритм автоматического заказа запасных частей и материалов

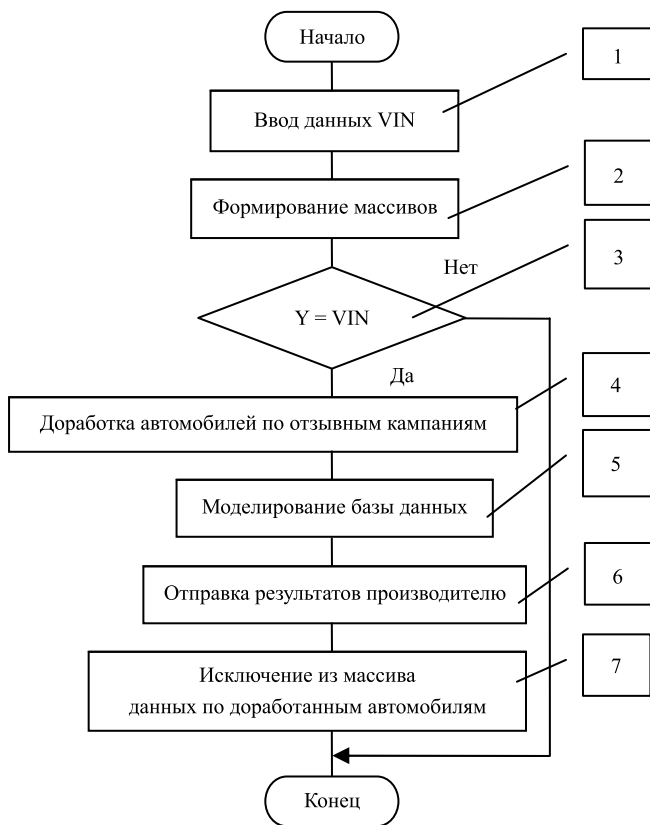


Рис. 13. Реализующий алгоритм поиска автомобилей, участвующих в отзывных кампаниях

Учебный процесс производителя АТС выражен графически следующим образом (рис. 15). При построении методики по определению фактической потребности в обучении применялись следующие этапы.

### 1. Написание вопросов к общему тесту.

Для обеспечения адекватности содержания тестов использовались знания экспертов, которые указывали, что именно должны знать анкетированные по исследуемым направлениям обучения и формулировали свои вопросы. В зависимости от сложности вопросов было разработано четыре уровня объективных тестов.

### 2. Калибровка вопросов по сложности.

В рассматриваемой методике трудность заданий определялась эмпирическим способом. Согласно данному способу всем вопросам тестов присваивался результирующий показатель трудности, который рассчитывался следующим образом:

$$q_j = W_j / N, \quad (13)$$

где  $W_j$  — количество неправильных ответов в тесте;  $N$  — количество участников в тесте.

В результате получается статистический показатель — доля неправильных ответов ( $q_j$ ). Эта доля вычисляется из отношения числа неправильных ответов  $W_j$  к числу испытуемых ( $N$ ).

При расчёте заданной величины использовался матричный анализ. Матрица представляет результаты испытуемых по всем проверяемым заданиям. Если представить, для примера, что четверо испытуемых отвечают на три задания, и что за каждый правильный

ответ даётся нулевой балл, а за неправильный — один, то результат тестирования можно представить в матрице  $X_{4 \times 3}$ :

$$X_{4 \times 3} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}. \quad (14)$$

В этой матрице имеется четыре строки, что равняется числу испытуемых, и три столбца, что равно числу заданий. В ней использованы только две оценки: 1 и 0. В матрице любого размера эти оценки отражают результаты взаимодействия множества испытуемых с множеством заданий.

После нахождения результирующей каждого задания и расчёта среднеарифметической находилась бал сложности от 1 до 4. Эти баллы отражают сумму всех элементов матрицы тестовых заданий. Уровень трудности заданий определяется при анализе ответов каждого проверяемого на все задания теста. Для большин-

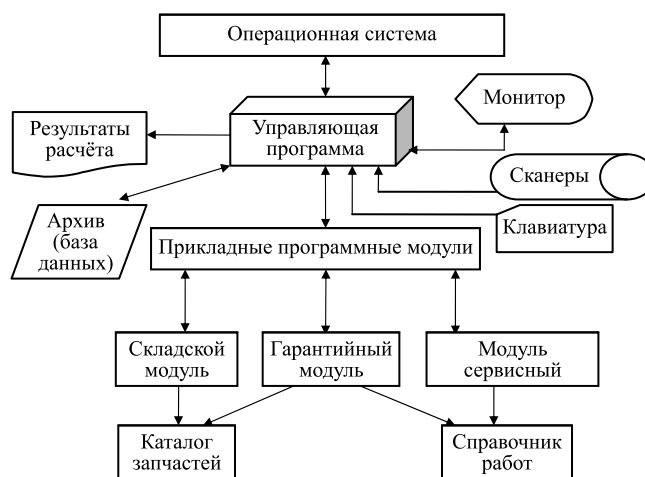


Рис. 14. Взаимодействие программных компонентов и периферийного оборудования



Рис. 15. Структура учебного процесса

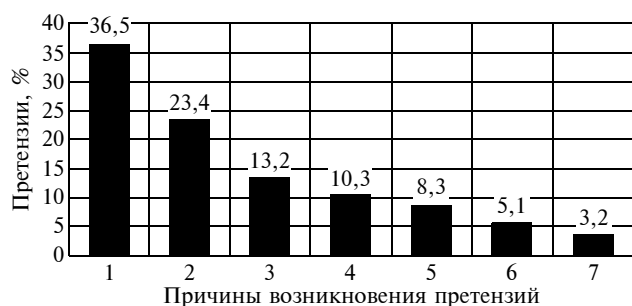


Рис. 16. Анализ возникновения претензий владельцев АТС на ДСТОА

ства тестов принято, что задания со значением  $q_j$  от 4 до 1 считаются удовлетворительными. В то же время задание, эффективное в других отношениях, но со значением  $q_j$  менее 1 должно быть отброшено.

3. *Исключение заданий с низкой и отрицательной корреляцией.*

По данной методике была решена задача аттестации персонала по квалификационным разрядам. Градация специалистов происходила по количеству набранных баллов при прохождении тестов в области гидравлики, электрики, устройстве АТС и ДВС, общих вопросах ТО и ТР. После обработки вся информация предоставлялась в программе *Excel*.

На основании полученных данных разработаны учебные программы с привязкой к конкретному квалификационному разряду сотрудников с возможностью его дальнейшего повышения.

Приведены основные результаты практической реализации системы "Повышения эффективности функционирования дилерских предприятий АТО", а именно — стратегия развития системы АТО, методика уменьшения сверхнормативных простоев АТС, вопросы правового обеспечения производственной деятельности ДСТОА, построение кадровой политики системы дилерских предприятий АТО, оценка эффективности от внедрения предложенных разработок.

Опыт работы на дилерских предприятиях АТО показывает, что низкое качество ремонта и обслуживания АТС оборачивается экономическими потерями для ДСТОА, производителя и клиента. Скопление на территории ДСТОА АТС, требующих повторного ремонта, создаёт неритмичность в работе, вызывает материальные, энергетические и трудовые затраты, увеличивающие себестоимость услуг. У владельцев АТС создаётся недоверие к системе АТО в целом из-за потерь времени, оплаты плохо выполненных услуг, поэтому, отстаивая свои законные интересы, клиенты вынуждены обращаться с жалобами, в том числе в судебные органы.

В целях разработки мер по предупреждению конфликтных ситуаций с потребителями АТС в условиях АТО был выполнен анализ претензий владельцев, представленный на рис. 16. Причины возникновения претензий в процентном выражении распределяются следующим образом: 1 — низкое качество диагностирования и ремонта — 36,5 %; 2 — отказ в выполнении ремонта по гарантии — 23,4 %; 3 — отсутствие запасных частей на складе — 13,2 %; 4 — низкое качество

АТС и запасных частей — 10,3 %; 5 — низкое качество выполненного ТО и ТР — 8,3 %; 6 — невыполнение обязательств по срокам ТВ — 5,1 %; 7 — низкое качество выполнения предпродажной подготовки — 3,2 %.

По результатам анализа была разработана система правовых мероприятий, суть которых заключалась в проработке юридических основ, регулирующих отношения между ДСТОА и заказчиками услуг. Правовое сопровождение договоров в системе АТО позволило предотвратить значительную часть материальных и производственных издержек.

Проанализирована кадровая политика системы дилерских предприятий АТО и дистрибьютора, оценены

Таблица 1

№	Наименование показателей	Требования	Балл аттестации
1	Покрытие сервисной сетью на закреплённой территории (собственные станции и договора)	Областные центры	7
		Областные центры и города с населением 100 тыс.	10
2	Сопровождение модельного ряда автобусов «РА»	Реализованного на закреплённой территории	2
		Реализованного и эксплуатируемого в регионе	3
3	Уровень технической оснащённости	Полный перечень рекомендованного оборудования	3
4	Производственные площади (м кв.)	Мин 300	1
		От 300 до 1000	2
		> 1000 м <sup>2</sup>	3
5	Фактическая стоимость склада запчастей, руб.	1 000 000	1
		5 000 000	2
		10 000 000	3
6	Наличие эвакуатора	По договору аренды (подряда)	1
		Собственный эвакуатор	2
7	Наличие мобильной группы обслуживания с транспортом на каждый регион		3
8	Аттестация поставщиками двигателями и шасси	Реализованной техники двигателями и шасси поставщиков	2
		Реализованной и эксплуатируемой техники в регионе с двигателями и шасси поставщиков	3
9	Информационная обеспеченность (наличие локальной программы деятельности сервиса)		1
10	Квалификация персонала (наличие дипломов и аттестатов о прохождении обучения)		2
11	Наличие документальной отчётности о деятельности сервиса		2
Итого	Категория 3—17 баллов	Категория 2—24 балла	Категория 1—30 баллов

ключевые её показатели и исследованы закономерности их изменения. На основании проведённых исследований предложена структура персонала на разных уровнях управления, определены её основные функции.

В основу стратегии развития системы АТО заложены разработанные автором критерии по аттестации ДСТОА в части сервисного обслуживания. При прохождении аттестации ДСТОА набирает количество баллов, на основании которых ему присваивается соответствующая категория (табл. 1). В основе оценки значимости того или иного фактора был положен экспериментально-статистический подход по методу "чёрного ящика". Экспериментально-статистический подход позволяет определить весовые коэффициенты — баллы аттестации ДСТОА и при необходимости найти их значения без построения модели. Рассчитаны инвестиции ДСТОА на приобретение технологического оборудования и запасов запасных частей, позволяющие наглядно оценить их дальнейшее развитие. Полученные данные позволили установить норматив инвестиций, необходимых для оснащения ДСТОА технологическим оборудованием на разную производственную мощность (табл. 2, рис. 17).

Разработаны необходимые гарантийные комплекты запасных частей (по количеству и номенклатуре) в зависимости от парка реализованных АТС в регионе РФ, которые рекомендуются ДСТОА для постоянного пополнения своих складов. Состав гарантийных комплектов запасных частей определялся на основании статистических данных о деталях лимитирующих надёжность основных узлов, агрегатов и элементов АТС. Ориентировочная стоимость инвестиций ДСТОА на приобретение гарантийных комплектов запасных частей представлена в табл. 3 и рис. 18.

Таблица 2

Число постов СТОА	Норматив инвестиций, тыс. руб.
1	1367,959
3	4103,879
6	8207,758
9	12 311,638
12	17 333,139
15	20 519,396
18	24 623,276

Таблица 3

Марка автобусов	Число автобусов и нормативная стоимость гарантийных комплектов запасных частей, тыс. руб.			
	10	20	50	100
ЛиАЗ	216	225	400	639
ПАЗ	125	221	445	634
КАвЗ	196	354	603	909
ГолЛАЗ	202,6	358	698	1184

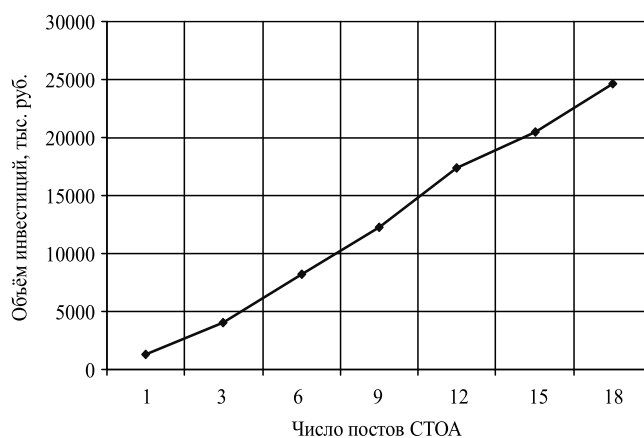


Рис. 17. Расчётная зависимость изменения объёма инвестиционных средств на технологическое оборудование рабочих постов в зависимости от производственной мощности ДСТОА

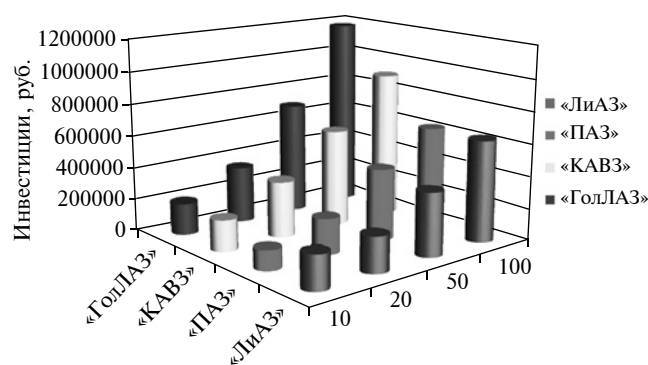


Рис. 18. Расчётные данные инвестиционных средств ДСТОА по маркам АТС на приобретение гарантийных комплектов запасных частей в зависимости от реализованного парка техники в регионе

Предложены и апробированы специальные формы документации для ДСТОА, в которых указываются: объёмы выполненных гарантийных и коммерческих ремонтов; инвестиции в развитие ПТБ; основные причины сверхнормативных простоев АТС в ремонте. Такое формирование документации позволяет объективно оценить уровень функционирования сервиса, выявить проблемы в его развитии и систематически давать рекомендации по дальнейшей реорганизации.

Внедрение вышеуказанных рекомендаций в систему дилерских предприятий АТО позволило ДСТОА планировать и достигать более высокие объёмы предоставленных сервисных услуг по ТО и ремонту АТС. Так на рис. 19 представлены данные по объёмам предоставленных услуг в год до и после внедрения рекомендаций. Из него видна высокая результативность внедрения рекомендаций в сервисную службу дилерских предприятий АТО. Результаты вычислений подтвердили увеличение объёмов сервисных услуг от 17 до 31 % в год.

На основании выполненных исследований по развитию стратегии сервиса системы дилерских предприятий АТО был разработан нормативный документ — "Дилерский стандарт", позволяющий разъяснить требования и правила взаимодействия между дистрибьютором в лице ООО "ЦТД "Русские автобусы" и

ДСТОА. Расчётным способом определён норматив по необходимым инвестициям ДСТОА, который составил 0,3 от прибыли.

Графически разработанная стратегия развития сервиса ДСТОА ООО "ЦТД "Русские автобусы" представлена на рис. 20.

Поэтапное внедрение всех разработанных мероприятий по развитию стратегии ДСТОА ООО "ЦТД "Русские автобусы" позволит обеспечить преимущество при высокой конкуренции по сравнению с другими производителями ("Мерседес", "Хёндэ", "Голден Дракон",

Таблица 4

№	Показатели эффективности, полученные от внедрения разработанных технологий	Величина показателя	
		до внедрения	после внедрения
1	Общие		
1.1	Средняя годовая выработка одним рабочим постом $Q_{cp}$ , руб.	1 985 647	2 442 346
1.2	Средняя годовая трудоёмкость ТО и ТР $T_{cp}$ , н-ч	36 701,42	424 031,57
1.3	Среднегодовое значение прибыли ДСТОА (8 рабочих постов) $P_{cp}$ , руб.	23 367 690	28 510 840
1.4	Затраты ДСТОА на ГО (1 раб. пост) $C_{го}$ , руб.	56 315	48 910
1.5	Затраты на поддержание АТС в работоспособном состоянии $C_{атс}$ , руб.	12 800	9760
1.6	Норматив инвестиций на 1 рабочий пост ДСТОА $H_{и}$ , руб.	—	1 367 959
2	Складские		
2.1	Коэффициент оборачиваемости запасов $K_{об}$	3,9	3,3
2.2	Коэффициент относительной ликвидности $K_{лик}$	1,3	0,7
3	Прочие		
3.1	Средняя заработная плата $C_{зп}$ , руб.	23 068,5	35 490
3.2	Коэффициент устранения производственного брака $K_{уст}$	0,09	0,64
3.3	Коэффициент периодичности ТО $K_{пер}$	1	0,75
3.4	Количество сверхнормативных простоев $V_p$ , ед.	453	308
3.5	Средняя продолжительность работы сотрудников на ДСТОА $T_{тек}$ , год	1,2	2,2
4	Показатели экономической эффективности $\mathcal{E}_{общ}$ , %	—	92,8
4.1	— функционирования ДСТОА $\mathcal{E}_1$ , %	—	22
4.2	— капитальных вложений $\mathcal{E}_2$ , %	—	47
4.3	— снижения себестоимости обслуживания АТС $\mathcal{E}_3$ , %	—	23,8
4.4	Срок окупаемости $T$ , год	—	2,1

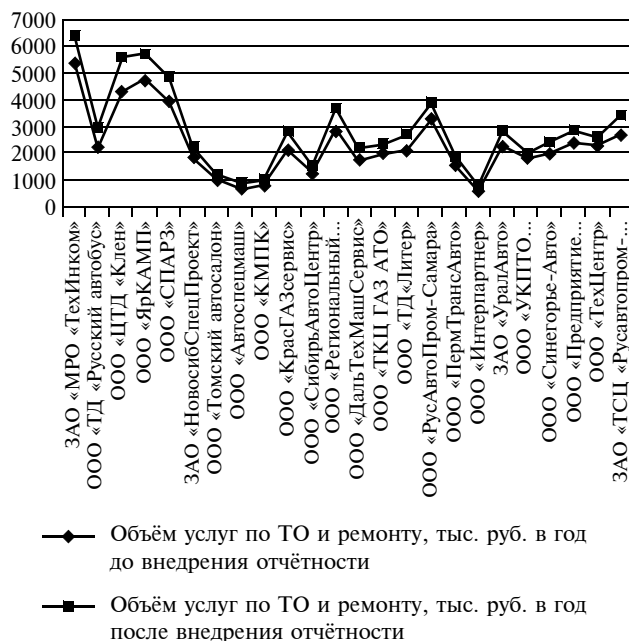


Рис. 19. Расчётные данные по объёмам предоставленных услуг ДСТОА в год до и после внедрения рекомендаций

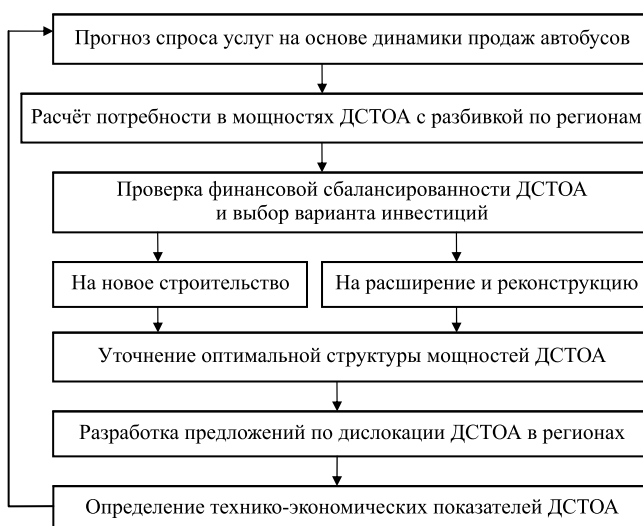


Рис. 20. Общая стратегия развития сервиса системы дилерских предприятий АТО

"Ётонг" и др.) в сфере продаж коммерческой техники на территории Российской Федерации.

Расчёт эффекта и других показателей, на основе которых оценивается целесообразность внедрения разработанной системы повышения эффективности функционирования ДСТОА, основывается на определении экономических составляющих (объёма услуг, прибыли, затрат, окупаемости инвестиций и т.д.), а также социальных (эффективности в обучении персонала, обеспечении дополнительных рабочих мест, увеличении доходов сотрудников, улучшении условий труда, организация и образование социальных программ (страхование здоровья и жизни, организация питания и др.).

Экономическая эффективность, получаемая дилерскими предприятиями АТО при внедрении разработанной системы, определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3, \quad (15)$$

откуда

$$\mathcal{E}_1 = \frac{P_{\text{пв}} - P_{\text{дв}}}{P_{\text{дв}}}; \quad \mathcal{E}_2 = \Delta P / K_{\text{доп}}; \quad \mathcal{E}_3 = \frac{Z_{\text{дв}} - Z_{\text{пв}}}{Z_{\text{дв}}}, \quad (16)$$

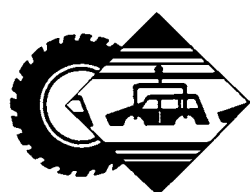
где  $P_{\text{дв}}$ ,  $P_{\text{пв}}$  — годовая прибыль предприятий до и после внедрения разработанной системы соответственно;  $K_{\text{доп}}$  — дополнительные капитальные вложения в новые технологии, руб.;  $\Delta P$  — прирост прибыли, руб.;  $Z_{\text{дв}} - Z_{\text{пв}}$  — экономия владельцев АТС от снижения себестоимости ТО и ТР за счёт внедрения мероприятий, руб.

Результаты расчётов технико-экономических показателей от внедрения предлагаемой системы приведены в табл. 4.

Социальной эффективностью внедрения предлагаемой системы является: повышение уровня автоматизации трудоёмких вычислительных процессов; совершенствование организации рабочих мест; оптимизация режима труда и отдыха; предупреждение и снижение монотонности труда путём повышения его содержательности; повышение уровня профессиональных знаний сотрудников и эффективности обучения.

Выполненные расчёты свидетельствуют о целесообразности внедрения разработанных научно-методических основ по повышению эффективности функционирования системы дилерских предприятий АТО.

Анализ информации по исследуемой системе автообслуживания позволил выявить проблему в её функционировании и внедрить предложенные автором инновационные и информационные технологии для повышения её эффективности.



## ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 629.113-233.2-55

### КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СБОРКИ РЕДУКТОРОВ ВЕДУЩИХ МОСТОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>

Кандидаты техн. наук **БУЛАВИН И.А.,** **ВАСИЛЬЕВ А.Н.;**  
**САМОЙЛОВА А.С.,** **ЧУВИЛИН Е.Е.,** **БУРМИСТРОВ М.И.**  
Московский политехнический университет (МАМИ)  
(bulavin-mami@yandex.ru)

*Рассмотрены технологические операции сборки редукторов ведущих мостов и показана специальная оснастка, обеспечивающая стабильность.*

**Ключевые слова:** сборка, редуктор, подшипники, запрессовка, преднатяг, коническая передача, параметры зубчатого зацепления

**Bulavin I.A., Vasiliev A.N., Samoilova A.S., Chuvilin E.E.,**  
**Burmistrov M.I.**  
**DESIGN-TECHNOLOGICAL MAINTENANCE OF QUALITY  
OF ASSEMBLY GEAR AXLES OF VEHICLES**

*In this paper, the technological operations of assembling gearboxes of driving axles are considered and special equipment is shown that ensures stability.*

**Keywords:** assembly, gearbox, bearings, pressing, preload, bevel gear, gearing parameters

Важное значение для обеспечения качества сборки редукторов ведущих мостов автомобилей имеет форма организации технологического процесса сборки и расположение и использование технологических комплексов и другого технологического оборудования для выполнения сборочных операций. На рисунке 14 по-



Рис. 14. Автоматизированный конвейер для сборки редукторов с подпольным возвратом спутников для сборки

<sup>1</sup> Окончание. Начало — см. АП, 2021, № 2.





Рис. 15. Конвейер для сборки редукторов кольцевой замкнутой системой перемещения собираемого узла с позиции на позицию

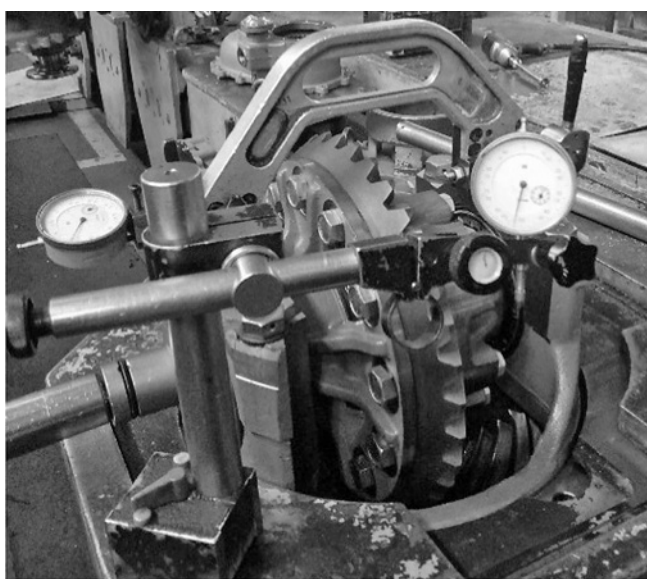


Рис. 16. Подвесной четырёхшпиндельный гайковёрт для затяжки болтов крышек подшипников дифференциала с погрешностью момента затяжки на каждом шпинделе не более  $0,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$

казан автоматизированный конвейер для сборки редукторов с использованием специальных транспортных спутников и с подпольным возвратом этих спутников. Перемещение с позиции на позицию собираемых редукторов осуществляется по сигналу с лимитирующей позиции.

Наиболее эффективным вариантом транспортной системы при организации технологического процесса сборки является конвейер с кольцевой замкнутой системой перемещения собираемого агрегата с позиции на позицию (рис. 15). Установка базовой детали — картера редуктора и снятие готового собранного редуктора осуществляется на одной позиции с помощью специального приспособления.

И для первого варианта и для второго варианта организации технологического процесса сборки редукторов главной особенностью является отдельная узловая сборка на специальных устройствах карусельного типа.

Одним из важнейших параметров качества сборки редуктора в целом является точность и стабильность выполнения резьбовых соединений. Наиболее ответственными резьбовыми парами по точности и стабильности выполнения качества сборки резьбовых соединений в редукторах являются резьбовая пара гайка—хвостовик ведущей шестерни и болты крепления крышек подшипников дифференциала. Для обеспечения высокой точности используются подвесные гайковёрты, показанные рисунке 16, у которых каждый шпиндель настраивается на момент затяжки болта с погрешностью не превышающей  $0,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Такая точность необходима для стабильного прижатия крышек подшипников дифференциала к бугелям гнезда и надёжного регулирования преднатяга подшипников в осевом направлении.

На рисунке 17 показана технологическая оснастка для регулировки преднатяга подшипников дифференциала и других параметров качества собираемого редуктора. Это опытно-экспериментальный образец, созданный в лабораторных условиях Мосполитеха, на основе которого был разработан промышленный вариант, показанный на рисунке 18. Это устройство позволяет контролировать преднатяг подшипников по деформации гнезд подшипников и боковой зазор. Для этого контрольное устройство закрепляется жёстко на одном гнезде, а на втором контролируется величина деформации. Эта косвенная характеристика преднатяга позволяет выполнять эту операцию в массовом производстве.

На заключительном этапе организации технологического процесса сборки редукторов выполняется контроль основного критерия качества сборки редуктора — расположение пятна контакта на поверхности зуба ведомой шестерни. Контроль выполняется при



Рис. 17. Опытно-экспериментальная технологическая оснастка для регулировки преднатяга подшипников дифференциала редуктора



Рис. 18. Промышленный вариант технологической оснастки для регулировки выходных параметров качества собираемого редуктора

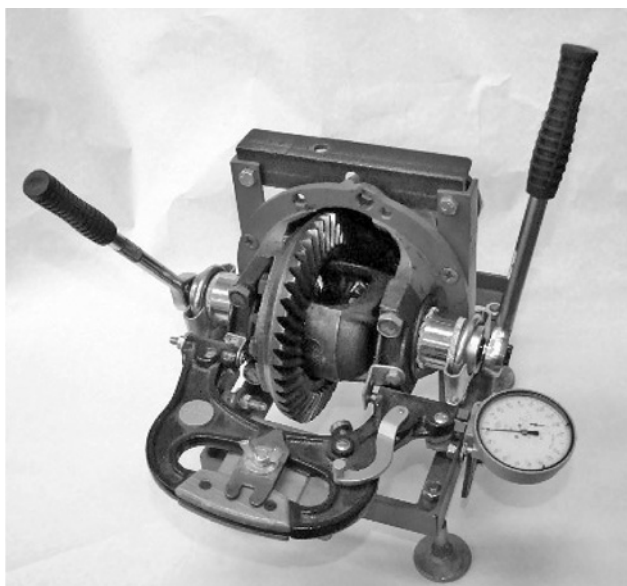


Рис. 19. Пятно контакта на рабочей выпуклой стороне зуба и на вогнутой (обратной) стороне зуба

помощи специальной краски, которая наносится в трёх местах на поверхности зубьев по окружности ведомой шестерни. Затем с помощью специального привода коническая передача вращается в обе стороны при движении автомобиля вперед и при движении автомобиля назад.

Таким образом, главный параметр качества сборки редуктора, пятно контакта проявляется на рабочей выпуклой стороне зуба и на вогнутой (обратной) стороне зуба (рис. 19). Расположение пятна контакта по высоте

зуба и по длине зуба регламентируется специальной инструкцией, которая разрабатывается при проектировании самого редуктора. Если пятно контакта не соответствует требованиям инструкций, то редуктор отправляется на отдельную специальную позицию для повторной разборки и сборки. Смещение пятна контакта по длине зуба приводит к резкому износу боковых поверхностей зубьев и нарушение работоспособности редуктора в целом.

Представленные на рисунках технические решения реализованы и внедрены в производство. Они позволяют:

*в сфере производства* — сократить количество повторных разборок и переборок редукторов на указанных операциях, и тем самым сократить трудоёмкость сборки и повысить производительность на сборочной линии (конвейере);

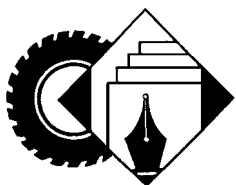
*на начальном этапе эксплуатации* транспортного средства — сократить количество рекламации (возвратов) редукторов с нарушением работоспособности в период гарантийного пробега;

*в период гарантийного срока* при использовании данного транспортного средства — повысить долговечность, работоспособность и эксплуатационную надёжность.

На данном этапе работы по данному направлению НИОКР совместно с заводами отрасли продолжаются.

#### Литература

1. Vasiliev A., Bulavin I., Samoilova A. Geometric and mechanical parameters for the adjustment of the preload of differential bearings in gearboxes of automobile axles // Journal of Physics: Conference Series. 2020. № 1614, 012085. P. 1–10.
2. Vasiliev A.N., Bulavin I.A., Samoilova A.S. Geometric and Mechanical Parameters for the Adjustment of the Preload of Differential Bearings in Gearboxes of Automobile Axles // Journal of Applied Mechanical Engineering. 2020. Volume 9, Issue 2. P. 1–5.
3. Булавин И.А., Груздев А.Ю., Будыкин А.В. Влияние силовых и деформационных факторов при сборке подшипниковых узлов редукторов автомобилей на точность регулирования преднатяга подшипников // Машиностроитель. — 2009. — № 7.
4. Булавин И.А., Груздев А.Ю., Будыкин А.В. Влияние сил и деформаций звеньев при сборке подшипниковых узлов редукторов автомобилей на точность регулировки преднатяга подшипников // Научно-технический журнал "Техника машиностроения". — 2009. — № 2. — С. 32–36.
5. Булавин И.А., Будыкин А.В. Повышение точности сборки подшипниковых узлов с преднатягом в редукторах ведущих мостов автомобилей. Международный симпозиум "Автотракторостроение 2009" 65-я Международная научно-техническая конференция ААИ "Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров". Электронная публикация.
6. Булавин И.А., Груздев А.Ю., Будыкин А.В., Киселев Ю. Технологическое оборудование и оснастка для исследования и сборки редукторов автомобилей. Сборник докладов международного научно-технического семинара: Современные технологии сборки, 2011.
7. Авторское свидетельство на изобретение № 1733944, автор Булавин И.А.: "Способ создания осевого предварительного натяга в подшипниковом узле". Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 15.01.1992 г.



### ИТОГИ 2020 Г. ПОДВЕЛА КОМПАНИЯ "МАН ТРАК ЭНД БАС РУС"

На традиционной отчётной пресс-конференции в Москве обнародованы итоги работы компании в прошедшем году и представлены основные направления дальнейшего развития. По словам генерального директора ООО "МАН Трак энд Бас РУС" Яна Айхингера, *"Год, безусловно, был непростым, но несмотря на это компании удалось не только сохранить, но и укрепить свои позиции на российском рынке. Таких успехов мы смогли достичь в первую очередь за счёт того, что сохраняли верность главному принципу — фокусироваться на результате. Рассматривая период трудностей как время для новых возможностей, мы вкладывали дополнительные усилия в развитие современных технологических решений и значимых социальных проектов, уделяли особое внимание безопасности наших сотрудников, партнёров и клиентов, проявляли заботу об окружающей среде. Именно эти устойчивые и ответственные подходы позволили нашей компании достойно пройти через непростой период и проложить путь к новым достижениям"*.

В секторе *грузовых автомобилей* МАН уверенно сохранил третью позицию среди европейских брендов на российском рынке (Е7), такой результат компания демонстрирует уже третий год подряд. Её рыночная доля на сей раз составила 19 %. При этом по ряду направлений, в частности в сегментах самосвальной и мусоровозной техники, МАН сохраняет позиции лидера. Также бренд занял по итогам года первое место по объёму продаж автомобилей на шасси 6×6: на продукцию МАН здесь пришлось 27,3 % всего российского рынка — на 0,6 % больше, чем годом ранее. По направлению "шасси для строительной техники" фирма также удерживает ведущую позицию с долей рынка 25,1 %. В сегменте тягачей бренд показал по итогам года третий результат среди брендов Е7, с долей 17,0 %. В сегменте "другие шасси" компании удалось подняться со второго места в 2019 году на первое, даже несмотря на некоторое снижение доли рынка среди брендов Е7 — до 20,5 % по сравнению с 21,4 % в 2019 г.

МАН демонстрирует стабильность присутствия во всех регионах России. Наиболее "успешными регионами" в 2020 году стали Уральский, Южный и Северо-Кавказский федеральные округа — здесь бренд занимает лидирующие позиции по объёмам реализованной техники с долей рынка более 30 %. При этом доля бренда в СКФО значительно увеличилась — до 38,3 % по сравнению с 30,9 % годом ранее. Рост доли с 29,0 до 32,8 % отмечен в ЮФО, а в УрФО она сохраняется на стабильном уровне — 30,6 % (30,7 % в 2019 г.). В Центральном федеральном округе МАН занял второе место среди брендов Е7.

Важнейшим событием 2020 г. стала премьера нового поколения грузовых автомобилей, состоявшаяся 10 февраля в Бильбао. Полностью новый грузовик представлен компанией впервые за два последних десятилетия и ориентирован на меняющиеся требования индустрии. Появление *"New Truck Generation"* стало символом того, что компания "МАН Трак энд Бас" уверенно движется к преобразованию из традиционного автопроизводителя в поставщика комплексных интеллектуальных транспортных решений, способных обеспечить устойчивое развитие в средне- и долгосрочных перспективах. МАН нового поколения стал ярчайшей мировой премьерой минувшего года и был удостоен престижной международной премии "Грузовик года" (*ITOY, International Truck of the Year*).

В России очередной успех сопутствовал модели TGS, вновь признанной "Лучшим самосвалом года", а также ставшей лауреатом первой категории Международной экологической премии *"EWA Awards"*, впервые врученной в рамках крупнейших природоохранных выставок "ЭкваТэк и ВэйстТэк 2020". Самая мощная модификация в линейке тягачей нового поколения, TGX 18.640 4×2 BL, удостоилась премии "Лучший коммерческий автомобиль года в России" в номинации "Перспектива года".

Укреплению позиций МАН на территории России способствовало и непрерывное развитие дилерской сети. За 2020 год заключено пять новых дилерских соглашений — в Татарстане ("Ман Трак Челны"), Комсомольске-на-Амуре ("ДМИ Сервис"), Московской области ("Центр Ман Шереметьево"), Оренбурге ("Ман Центр Челябинск") и Сыктывкаре ("АВТОБАТ"), а партнёры в Нижнем Новгороде ("СТО Приволжье") и в Ижевске (КТУ) модернизировали свои станции и переехали в новое здание.

Несмотря на воздействие пандемии, российский рынок автобусов в 2020 году, после снижения годом ранее, наблюдал существенный рост продаж — на 16,3 %. Всего за год реализовано 8862 единицы автобусной техники полной массой свыше 8 тонн, что практически позволило вернуться на уровень 2018 г. Наиболее значительный прирост отмечен в сегменте городских автобусов — 24,1 % (до 6204 ед.). На 12,9 % увеличились продажи в сегменте междугородных автобусов: реализовано 2134 единицы. Пандемия стала причиной значительного спада в туристической отрасли, что отразилось и на соответствующем сегменте техники.

Бренды МАН и "Неоплан" второй год увеличивают свою долю на российском рынке автобусов. При этом среди европейских брендов (на которые пришлось 24,3 % продаж за год) они заняли доминирующие позиции: за год их доля рынка значительно увеличилась и достигла 75,3 %. Всего МАНу удалось реализовать в России в 2020 году 134 единицы автобусной техники,



продемонстрировав рост по сравнению с предыдущим годом — 35,4 %.

Стабильно расширяет свое присутствие МАН не только в Центральном федеральном округе, но и в регионах, занимая доминирующие позиции в пяти федеральных округах: Центральном (94,4 % среди компаний Е7), Северо-Западном (78,3 %), Сибирском (77,8 %), Приволжском (75,0 %) и Южном (66,7 %).

Стремясь предложить клиенту наиболее удобные для него варианты сотрудничества, "МАН Трак энд Бас РУС" также расширяет спектр услуг комплексного транспортного решения в автобусном сегменте. В 2020 г. компания впервые осуществила сделку по системе "трейд ин" и реализовала "от производителя" первый автобус с пробегом на вторичном рынке. Этот успешный опыт компания повторит и в будущем.

Сегодня компания стремится обеспечить своим клиентам максимально удобное сотрудничество и по итогам 2020 г. отметила повышенный интерес клиентов к фирменным комплексным транспортным решениям.

Годом ранее была представлена телематическая платформа "МАН Прайд", разработанная специально для российского рынка и обеспечивающая уникальный набор отчётности по ключевым контролируемым параметрам. Это решение клиенты встретили с интересом: за год рост подключений составил 43 %, были учтены и новые пожелания клиентов о дополнительных возможностях системы. В 2020 году телематическая платформа получила премию первой категории "EWA Awards".

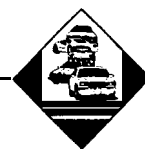
Значительное внимание уделяется обеспечению клиентов оригинальными запасными частями и фирменными смазочными материалами. Продажи запасных частей через дилерскую сеть возросли на 12 % по сравнению с предыдущим годом, на 47 % увеличились

объёмы реализации оригинального масла "МАН Ойл". По Москве и Московской области доставка осуществляется два раза в сутки, в регионы — в течение 24 часов. Развитию продаж оригинальных запчастей способствует постоянная работа над ценообразованием, расширение программ работы с дилерами, а также специальные акции и кампании, в частности проведённые в 2020 г. акции "Т.О. что надо" и "Вакцина от затрат".

Повышается и качество сервиса, причём основной фокус в 2020 году был сделан на развитии системы сервисных контрактов, чрезвычайно заинтересовавшей клиентов: портфолио контрактов увеличилось на 19 % по сравнению с предыдущим годом. Налаживается оперативная работа с рекламациями, проводятся локальные тренинги для дилеров и сертификация сотрудников "МАН Эксперт". Там проходят обучение и сдают экзамены высшей категории сложности технические эксперты, требующиеся во всех дилерских центрах сети МАН в России.

На платформе "YouTube" запущен цикл передач о ведении бизнеса в различных сферах коммерческого транспорта в сегодняшних реалиях: проект "Открытый диалог с МАН" набрал уже более 1 000 000 просмотров.

Связанная с пандемией специфика 2020 г. стала дополнительным стимулом для развития диджитал-направления и более активного использования сетевых технологий. Компания перешла на онлайн тренинги и сертификации, провела ряд онлайн конференций и других мероприятий. В минувшем году впервые в истории в режиме онлайн был организован фирменный конкурс эффективного вождения, победителям которого вручили награды в декабре. Интересно, что в течение конкурса проводился сбор и анализ данных с помощью системы "МАН Прайд".



Пожарные провели тестовую разрезку автобуса МАН, оснащённого электрической силовой установкой.

Для того, чтобы бригады спасателей могли подготовиться к любому возможному сценарию аварии и оптимизировать свои силы, компания МАН приняла решение "разрезать" электробус и подготовить документацию по лучшим вариантам действий, чтобы потом на её основе разработать подробную инструкцию по спасательным работам с автобусами, оснащёнными электрическими силовыми установками. Весь процесс происходил в несколько этапов и фиксировался на несколько видеокамер.

В первую очередь спасатели деактивировали силовую установку и проверили системы автобуса (они должны быть обесточены), затем выключили зажигание, активировали стояночный тормоз и переключатель аварийной остановки, а также включили световые сигналы — это поможет безопасно эвакуировать водителя автобуса.



динированные действия с центральным коллективом техподдержки. В случае, если в плане безопасности состояние батареи признается "критическим", то применяются особо высокие требования безо-

"Для нас, безусловно, важна максимальная безопасность клиентов, пассажиров и спасателей", — объясняет руководитель отдела документации по работе с клиентами и сервисной документации МАН Штефан Гобиц. — "К тому же, в настоящее время для сертификации новых автомобилей в таких странах как Испания, предоставление инструкций по спасательным работам стало обязательным. От поставщиков также требуется предоставление таких инструкций при проведении тендеров. Например, когда новую коммерческую технику намерены приобрести местные власти".

Проект, который продолжает реализовываться компаниями МАН и "2W Technische Informations" вместе с опытными спасателями, имеет важную цель — сформировать шаблон инструкций для сотрудников пожарных и спасательных подразделений во всем мире. В нем должен быть дан чёткий ответ на вопрос: как можно проникнуть в оснащённый электрической силовой установкой автобус после аварии или в случае другой нештатной ситуации, в первую очередь обеспечив все аспекты безопасности.



Далее спасатели нашли кабели, окрашенные в "сигнальные" цвета, на крыше автобуса — там, где установлены высоковольтные аккумуляторные батареи и другие элементы высоковольтной системы и обнаружили провода и под полом в зоне, где располагается тяговый двигатель и элементы привода, и в боковых защитных брусках. Они также установили, где проходят трубки с горячей водой для системы отопления, ведь она может ошпарить пассажиров. Очень важно понимать, что нельзя допустить повреждение линии пневматической системы тормозов, иначе автобус просто невозможно будет сдвинуть с места.

Если при аварии существует риск возгорания, то бригада пожарных сопровождает спасателей в ходе всей эвакуации аварийного транспортного средства с установленной батареей аккумуляторов в карантинную зону. Уже в этой зоне МАН начинает действия по демонтажу аккумуляторных батарей и инициирует скоор-

пасности. В течение пяти дней осуществляется контроль батареи и проверяется наличие возможности её зарядки. Только после этого начинается организация безопасного процесса ремонта.



С новыми инновационными продуктами, функциями и технологиями вступает в 2021 г. компания "Форд Тракс". Фирма представляет два новых варианта продукции, а также обновленные функции и технологии, применяемые для всего ассортимента грузовых автомобилей в 44 странах мира.

Семейство седельных тягачей *F-MAX*, которое пополнилось двумя вариантами исполнения *F-MAX "Блеклайн"* и *F-MAX L* с новыми техническими характеристиками и функциями, теперь предлагает клиентам технологию удаленного доступа "*ConnecTruck*" для повышения удобства и эффективности.



*F-MAX "Блеклайн"* — эксклюзивная версия седельного тягача *F-MAX*, обладателя международных наград, будет произведена ограниченным тиражом в 250 единиц. Каждый экземпляр будет отмечен уникальным номером с эмблемой "Блеклайн" на двери. Автомобили ограниченной серии будут окрашены в специальный серебристый цвет "moon dust" ("лунная пыль") с голубыми и черными полосами, подчеркивающими стиль автомобиля, а также снабжены черными светодиодными фарами, черными колесными дисками и черными кожухами зеркал. Модель отличает высококлассный интерьер кабины с сиденьями черного цвета с голубыми декоративными полосами и голубой прострочкой, а также дизайнерским элементом на кожаном рулевом колесе и просторными верхними полками черного цвета для хранения вещей. Передняя панель, а также ящики для хранения в зоне спальных мест также отличаются характерными черными деталями в дизайне.



"Форд Тракс" трансформирует свои автомобили в комплексный продукт, эффективно управляемый на основе дистанционно получаемых данных с возможностью интеграции в существующие цифровые сети, и оснащенный технологиями нового поколения, которые приносят выгоду клиентам. Новые технологии включают в себя такие функции, как круиз-контроль на основе GPS и мультимедийную систему, которые облегчают работу водителей и менеджеров автопарка. Новые функции удаленного управления также позволяют пользователям приложения "*My Ford Trucks*" управлять своими транспортными средствами, обеспечивая водителям ещё больший уровень комфорта.

Между тем, функционал интернет-портала *connecttruck-global.com* был расширен, что особенно значительно для фли-

товых клиентов. Теперь через портал менеджеры автопарка могут отслеживать в персональном компьютере или планшете состояние транспортных средства, а также иметь под рукой специальные функции в дополнение к мобильному приложению. С их помощью у водителей и менеджеров автопарка появился доступ к истории эксплуатации транспортных средств и их маршрутной информации.

Другая новинка — *F-MAX L*, отличающийся удлиненной (до 3750 мм) колесной базой и запасом хода до 5000 километров после полной заправки топливом. 1350-литровый топливный бак на 300 литров больше бака стандартного *F-MAX*, что в сочетании с увеличенной базой предоставляет значительные транспортные преимущества. Впрочем, клиенты также могут выбрать и версию с 1050-литровым баком.



Поскольку расход топлива и общая стоимость владения являются наиболее важными критериями выбора в сегменте тяжелых коммерческих автомобилей, "Форд Тракс" внедрил режим *Eco+*, позволяющий водителям повысить топливную экономичность до 5%. Начиная с 2021 г., этот режим будет стандартной функцией во всех версиях семейства *F-MAX*.

При активированном режиме *Eco+* система предпринимает действия, чтобы автоматически снизить расход топлива. Функция "*Max Cruise*" устанавливает наиболее эффективную скорость автомобиля на основе дорожных условий и топографии, идентифицированных с помощью данных GPS. "*Eco Roll*" также активируется, обеспечивая оптимальное ускорение при спуске так, чтобы грузовик преодолевал максимальное расстояние с минимальным расходом топлива. При активации режима *Eco+* мощность двигателя ограничена 450 л. с., а скорость автомобиля — 85 км/ч. Если автомобиль работает на холостом ходу более пяти минут, двигатель автоматически выключается для экономии топлива. Это особенно выгодно, если транспортное средство оставлено включенным во время ожидания на таможне или погрузке. Высокоэффективная функция кикдаун деактивируется в режиме *Eco+* для экономии топлива. Владельцы автопарка могут управлять и контролировать все эти функции удаленно с помощью мобильного приложения "*My Ford Trucks*".

Инженеры компании, проанализировав ожидания и пожелания европейских клиентов, предложили 9-ступенчатую автоматическую коробку передач для дорожной серии грузовых автомобилей. Это обеспечит значительный комфорт при вождении, особенно в городских условиях с интенсивным движением, а также позволит снизить расход топлива и, тем самым, уменьшить стоимость владения. 9-ступенчатая автоматическая коробка передач "*ZF EcoTronic*" обеспечивает лучший комфорт вождения 330-сильных легких самосвалов и среднетоннажных дорожных грузовиков. Отсутствие необходимости ручного переключения передач помогает водителям коммунальных автомобилей таких, как пожарные машины, управлять ими ещё быстрее в ситуациях, когда на счету каждая секунда.

Понимая важность маневренности и небольшого радиуса поворота в городских условиях эксплуатации, инженеры разработали новую заднюю управляемую ось для улучшения маневренности в автомобилях с девятилитровыми двигателями и колесной формулой 6×2. Новая разработка уменьшает радиус поворота на 9%, обеспечивая более комфортное маневрирование, особенно в условиях плотной городской застройки.

# Содержание

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Ларцева Т.А., Катанаева М.А., Алексахина О.В. — Применение риск-ориентированного подхода при планировании внутреннего аудита системы менеджмента качества организации . . . . . 1

АСМ-факты . . . . . 4

## КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Дзоценидзе Т.Д. — Новый массовый грузовой автомобиль повышенной проходимости по проекту "БАЗИС" на агрегатах отечественного производства . . . . . 5

Гладов Г.И., Бутарович Д.О. — Устойчивость движения многозвенных автопоездов при торможении . . . 10

Черепанов Л.А., Гордеев Д.А. — Методика снижения ударной нагрузки на кузов автомобиля при проезде единичной неровности за счёт совершенствования характеристик буфера отбоя амортизатора . . . . . 13

Рогожкин В.М., Ушаков Н.А., Ушаков А.Н. — Метод защиты гидросистем автотранспортных средств от аварийных потерь гидрожидкости . . . . . 17

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

Разговоров К.И. — Повышение эффективности системы автотехобслуживания . . . . . 18

## ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Булавин И.А., Васильев А.Н., Самойлова А.С., Чувилин Е.Е., Бурмистров М.И. — Конструкторско-технологическое обеспечение качества сборки редукторов ведущих мостов транспортных средств . . . . . 32

## ИНФОРМАЦИЯ

Итоги 2020 г. подвела компания "МАН Трак энд Бас РУС" . . . . . 35

Коротко о разном . . . . . 37

Главный редактор Н.А. ПУГИН

Зам. главного редактора Р.В. Козырев

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Балабин И.В. — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана  
Бахмутов С.В. — д-р техн. наук, зам. директора по научной работе ГНЦ "НАМИ"  
Гируцкий О.И. — д-р техн. наук, профессор, зам. председателя Экспертного совета НАМИ  
Гладков В.И. — канд. техн. наук, зам. генерального директора по научной работе ОАО "НИИТавтопром"  
Ковригин А.С. — зам. генерального директора ОАО "АСМ-холдинг"  
Комаров В.В. — канд. техн. наук, зам. генерального директора ОАО "НИИАТ" по научной работе  
Коровкин И.А. — канд. экон. наук, исполнительный директор НП "ОАР"  
Котиев Г.О. — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана  
Круглов С.М. — зам. генерального директора ОАО "НИИТавтопром"  
Ксенович Т.И. — канд. физ.-мат. наук, МГТУ имени Н.Э. Баумана, НИЦ "Русаен"  
Мамити Г.И. — д-р техн. наук, профессор Горского Агроуниверситета (Владикавказ)  
Марков В.А. — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана  
Сорокин Н.Т. — д-р экон. наук, директор ФГБНУ ВНИМС ФАНО России  
Тер-Мкртчян Г.Г. — д-р техн. наук, ГНЦ "НАМИ"  
Титков А.И. — канд. техн. наук, эксперт аналитического центра ОАО "АСМ-холдинг"  
Топалиди В.А. — канд. техн. наук, ТАДИ  
Филимонов В.Н. — ответственный секретарь "АП"

## Белорусский редакционный совет:

- Альгин В.Б. — д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ОИМ НАН Беларуси  
Бурьян В.А. — главный конструктор ОАО "МЗКТ"  
Кухаренок Г.М. — д-р техн. наук, профессор БНТУ  
Лустенков М.Е. — д-р техн. наук, проф., ректор Белорусско-Российского университета (Могилёв)  
Мариев П.Л. — д-р техн. наук, директор НТЦ "Карьерная техника" ОИМ НАН Беларуси  
Рынкевич С.А. — д-р техн. наук, БНТУ (Минск)  
Степук О.Г. — генеральный конструктор — начальник НТЦ ОАО "БелАЗ"  
Харитончик С.В. — д-р техн. наук, ректор БНТУ (Минск)

Информационный партнёр АНО "НИЦ "Русаен"

Технический редактор Шацкая Т.А.

Корректор Сажина Л.И.

Сдано в набор 09.02.2021. Подписано в печать 12.03.2021.

Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 4,9. Бумага офсетная.

Отпечатано в ООО "Канцлер".

150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.

Оригинал-макет: ООО "Авансед солюшнз".

119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: [www.aov.ru](http://www.aov.ru)

## ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"

Адрес издательства и редакции: 107076, Москва, Колодезный пер., 2а, стр. 2

Телефоны: (915) 412-52-56 и (499) 269-54-98; (495) 785-60-69 (реклама и реализация)

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

[www.mashin.ru](http://www.mashin.ru)

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № 77-7184

Цена свободная.

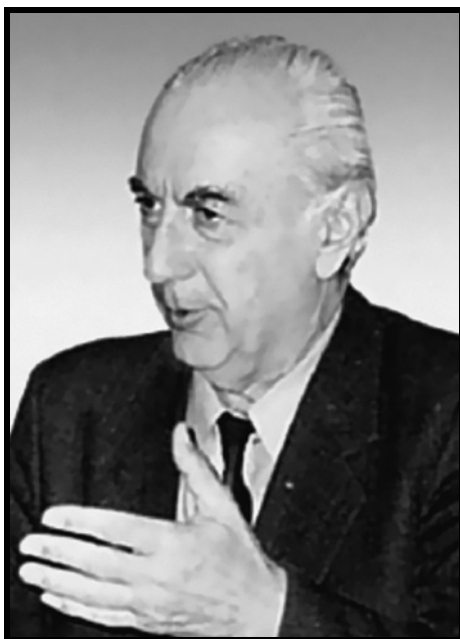
Журнал рекомендован ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней, входит в международную базу данных "Chemical Abstracts".

За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.

Перепечатка материалов из журнала "Автомобильная промышленность" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.

## Е.А. БАШИНДЖАГЯН

1924—2021



На 97 году ушёл из жизни Евгений Артемович Башинджагян — легенда отечественного автомобилестроения. Этот энергичный человек, с голосом которого, его нравом и идеями все мы так хорошо знакомы, много лет служил советской и российской автомобильной промышленности.

Нельзя не вспомнить теперь ту давнюю историю середины сороковых годов прошлого века, когда мальчик из Тифлиса (так Евгений Артемович всегда называл родной город) поступил в Грузинский политех. А закончив его в 1950-м, был направлен на Ярославский автозавод, где уже через семь лет стал главным инженером. Мало кто помнит теперь, что на основе продукции именно этого предприятия при участии Е.А. Башинджагына были в 1958 г. созданы теперешние гиганты промышленности — Ярославский моторный, Кременчугский и Минский автомобильные заводы...

Конечно, самый запоминающийся для нас всех период долгого трудового пути Е.А. Башинджагына — это пятнадцатилетняя (с 1972) работа на посту главного инженера автопрома, то есть первого заместителя министра автомобильной промышленности СССР по новой технике. За это время было создано немало по-настоящему новых моделей двигателей и автомобилей — от двухцилиндровой "Оки" до гиганта БелАЗа; у нас наконец-то появились свои переднеприводные автомобили; мы стали успешно строить собственные станки и оборудование. В каждом изделии, каждом

проекте тех лет есть его участие, частичка знаний, опыта и энергии. Мы помним бурные совещания с детальным анализом технологий и конструкций, активные споры, особое настроение и терминологию этих встреч. Может быть, не всё получалось сразу, но тот настрой, который задавал нам главный инженер, чаще вёл к успеху. Мы гордились созданной техникой, радовались удачам своим и наших коллег. Долгие совещания с пристальным "разбором полётов" стали школой, которая сделала нас профессионалами, преданными отечественной инженерии.

Не менее значимая страница: жизнь Евгения Артемовича на ВАЗе в период его строительства (с 1966 г.) и в первые годы работы. Это без преувеличения — часть истории всего советского автомобилестроения. Его работа (в роли главного инженера, технического директора и руководителя делегации советских специалистов на ФИАТе) всегда была не просто рутинным выполнением заданий и планов. Общение с людьми, передача им своего опыта, богатых знаний и аналитического подхода к проблемам всегда были важными составляющими его труда.

В 1986—1987 гг. Е.А. Башинджагян был заместителем председателя Бюро Совета министров СССР по машиностроению, председателем научно-технического совета. За свою долгую плодотворную деятельность он удостоен многих правительственных наград, является лауреатом Государственной премии СССР.

Объединение автопроизводителей России, редакция и редколлегия журнала "Автомобильная промышленность" выражают искренние соболезнования родным и близким Евгения Артемовича.

Светлая память о нём навсегда останется в наших сердцах!