

**ТЕХНИКАЛЫҚ МАМАНДЫҚТАРЫ
ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ
ЖӘНЕ ӨМІР
ТІРШІЛІГІНІҢ ҚАУІПСІЗДІГІ**

УДК 629.3.083

Азаматов Е.Ж., магистрант

Ибраев А.С., к.т.н. ст. преподаватель

Оверченко Г.И., к.т.н., доцент

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана. Г.Уральск

УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ

Аннотация

Автомобильный транспорт – одна из важнейших отраслей хозяйства, выполняющая функцию своеобразной кровеносной системы в сложном организме страны. Он не только обеспечивает потребности промышленного производства, сельского хозяйства и населения в перевозках, но вместе с населенными пунктами образует «каркас» территории, является крупнейшей составной частью инфраструктуры, служит материально-технической базой формирования и развития территориального разделения труда, оказывает существенное влияние на динамичность и эффективность социально-экономического развития отдельных регионов и страны в целом.

Автомобильный транспорт играет ключевую роль в развитии экономики Республики Казахстан. В настоящее время происходит рост численности автомобильного парка. Автомобильное средство – это комплексное техническое устройство, особенностью которого является одновременная работа нескольких систем. Несмотря на то, что современный автомобиль обладает высокой технологичностью и надежностью, с течением времени в нем непременно возникнет отказ какой либо системы. Ухудшению данной ситуации способствует то, что свыше 60% автомобилей имеют срок эксплуатации свыше 10 лет. Как правило эксплуатация таких автомобилей и в частности систем, обеспечивающих безопасность движения сопряжена с высокой долей отказов, последствия которых способствует возникновению дорожно-транспортных происшествий. К системам, обеспечивающих безопасность движения относятся рулевое управление, система тормозов, подвеска и шины. Число дорожно-транспортных происшествий, произошедших по причине неисправности рулевого управления, тормозной системы, подвески и шин составляет по различным оценкам до 15% от их общего количества. Предупреждение подобных неисправностей призвана система по поддержанию работоспособности. В настоящее время наиболее перспективной является система поддержания работоспособности по состоянию. При чем основой такой системы служат результаты диагностирования и оценки вероятности безотказной работы. Вероятность безотказной работы всех узлов, отвечающих за безопасность является комплексной оценкой технического состояния и может быть определена с использованием формулы полной вероятности т.е. формулы Байеса.

Ключевые слова: аварийность, системы безопасности, вероятность, критерий работоспособности.

В современных условиях, в связи с переходом на рыночные отношения резко возросло значение транспорта. В структуре затрат на выпуск продукции затраты на транспорт составляют до 20%. От работы транспорта зависит эффективность работы предприятия в целом. Большое значение транспорт имеет и в решении социально-экономических проблем.

В настоящее время транспорт достиг высокого уровня развития. Основными особенностями развития транспорта и автомобильного в том числе являются: комплексный, международный характер производства и торговли, растущее население, увеличение благосостояния населения, снижение зависимости от общегосударственного транспорта, повышающаяся надежность транспорта.

Интенсивное развитие автомобильного транспорта во многом определяется теми преимуществами, которыми он обладает. Это широкий диапазон транспортных средств,

различающихся по грузоподъемности и пассажировместимости, большей мобильностью в доставке грузов и пассажиров в самые отдаленные регионы, относительная дешевизна транспортных средств. В настоящее время на долю автомобильного транспорта приходится в различных странах 70 – 90% пассажироперевозок и 60 – 70% грузоперевозок [1].

По последним данным Ассоциации Казахстанского АвтоБизнеса (АКАБ) в стране на учет поставлено 4 566 198 транспортных средств всех типов и прицепов. Из этого число 3 755 890 единиц или 82,2% от общего автопарка составляют легковые автомобили, 446475 грузовиков, 241 259 прицепов и полуприцепов, 63 058 единиц мототехники и 59 516 автобусов. Общая тенденция заключается в увеличение количества автомобилей, в том числе и по Западно-Казахстанской области. За январь-август 2019 года в РК зарегистрировано 572,8 тыс. легковых автомобилей — на 1,4% больше в сравнении с соответствующим периодом годом ранее. По ЗКО за последние 5 лет собственный автопарк вырос на 90,4% (2015г. – 73812ед., 9мес.2019г. – 140537ед. или на 66725 единиц). Однако, динамика автомобильного рынка свидетельствует о тенденции планомерного старения отечественного парка.

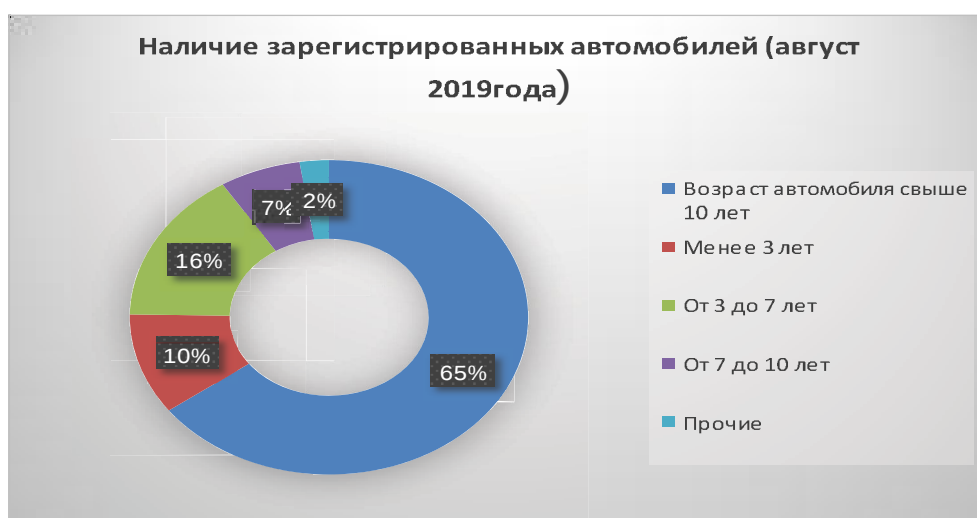


Рисунок 1 – Структура автомобильного парка РК по году выпуска автомобилей

Как сообщает сайт Ranking.kz. на вторичном рынке доля транспортных средств старше 20 лет в перепродажах выросла с 39,7% в 2018 до 41,6% в отчетный период, а доля транспортных средств в возрасте от 1 до 3 лет – сократилась с 4,5% до 3,5%.

В странах Европы возраст автомобиля 5–7 лет считается предельным для эксплуатации. Причем тенденция пока наблюдается в направлении дальнейшего увеличения «возраста» автомобилей, так как поступление на рынок «старых» транспортных средств превышает поступление «новых».

Значительная доля автомобилей с большим сроками эксплуатации сказывается на надежности транспортных средств. Так увеличение срока эксплуатации автомобилей снижает качество и увеличивает затраты на эксплуатацию, что не может не сказаться на эффективности всего предприятия в целом.

Начальное техническое состояние показывает лишь потенциальные возможности объекта. В дальнейшем эти показатели, которые определяют качество машины, обязательно будут изменяться причем не в лучшую сторону. Снижается мощность двигателя, увеличивается расход топлива, ухудшаются динамические характеристики.

Аналитически можно представить процесс убывания качества (П) машины следующим образом.

$$П = П_{нач} * e^{-k(t-1)}, \quad (1)$$

где $П_{нач}$ - начальное качество машины, t – время эксплуатации, k – коэффициент характеризующий особенности снижения работоспособности автомобиля, агрегата, узла.

Эту зависимость можно подтвердить следующими данными расхода запасных частей и пробегу грузовых автомобилей США. Если при пробеге от 0 до 50 тыс. км. расход запасных частей принять за 100%, то при пробеге 200-250 тыс. км. уже 337% [2].

В то же время среднегодовой пробег грузовых автомобилей снижается и составляет.

1-й год	5-й год	10-й год
100%	56%	28%

Существенное недоиспользование потенциальных возможностей машины снижает эффективность её использования и приводит зачастую к преждевременному списанию.

Негативной стороной эксплуатации машин с убывающим качеством является возникающие дорожно-транспортные происшествия, где причиной указывается неправильное действие водителей (свыше 80%) и техническая неисправность одной из систем, отвечающих за безопасность. Количество таких происшествий составляет по разным оценкам 12 – 15%. По оценкам ученых количество автомобилей, эксплуатируемых с различного рода неисправностями значительно больше.

Исследования, которые проводили сотрудники Харьковского автомобиле-дорожного института (ХАДИ) показали, что автомобили эксплуатируемые на дорогах имеют следующие неисправности:

- 64% не развивают установленной мощности;
- 77% имели неисправные тормоза;
- 64% имели неисправности рулевого управления;
- 36% имели неисправности трансмиссии и ходовой части;
- 41% имели неисправности электрооборудования.

Эти данные указывают, что автомобиль эксплуатируется с набором неисправностей, которые в критических случаях приводят к ДТП [3].

Существующие системы поддержания работоспособности не могут решить проблему эксплуатации так как до 90% транспортных средств принадлежит частным владельцам, которые в силу ряда причин не осуществляют рекомендации по профилактике отказов.

В автотранспортных предприятиях или в предприятиях, имеющих некоторый парк транспортных средств имеются соответствующие службы эксплуатации и возможность внедрения системы по поддержанию работоспособности.

Как указывалось выше, наибольшую опасность представляют системы активной безопасности автомобиля как то рулевое управление (РУ), тормозная система (ТС), шины (Ш), подвеска (П). В таблице 1 представлена статистика отказов по агрегатам и системам автобуса ЛиАЗ.

Таблица 1 - Отказы автобусов ЛиАЗ в эксплуатации

№	Наименование агрегата и систем	Число отказов в %
1	2	3
1	Двигатель	34,7
2	КПП	5,8
3	Кузов	4,3
4	Подвеска	4,8
5	Колеса	8,5
1	2	3
6	Рулевое управление	2,4
7	Газовое	1,3
8	Тормозная система	5,1
9	Трансмиссия	3,1
10	Ходовая часть	6,2
11	Электрооборудование	25,7
12	Воздушная система	8,6
13	ГМП	1,5
	Всего	100

Среди общего числа отказы вышеназванных систем составляют 12,8%, однако последствия этих отказов могут быть очень тяжелыми [3].

Предупредить и своевременно устранить предпосылки возникновения отказов призвана система по поддержанию работоспособности автомобилей, т.е. системы технического обслуживания (сервиса). Существующая система технического обслуживания характеризуется жёсткой регламентацией режимов ТО в сочетании с обязательным перечнем проводимых операций. Данная система и её вариации в частности использование диагностирования перед проведением обслуживания имеет существенный недостаток, а именно большие затраты, связанные с недоиспользованием ресурса деталей и большими затратами в том числе и от простоев машин. Эти затраты для различных систем обслуживания представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Изменение затрат на поддержание работоспособности [2]

Системы по обеспечению работоспособности	Затраты, %
Устранение отказов по потребности	100
Проведение ТО по плану и ремонта по потребности (ППС)	64
ППС с диагностированием	54
Проведение ТО и ремонта по результатам диагностирования (по состоянию)	20

Наименьшие затраты обеспечивает система технического обслуживания по состоянию, которое может быть выявлена по результатам диагностирования. В данной системе регламентируется не периодичность проведения ТО и Р, а общее диагностирование, которое ставит своей задачей оценку технического состояния в текущий момент и выявление возможных неисправностей. В зависимости от результатов диагностирования назначается определенный вид воздействий (профилактика или ремонт).

Применительно к системам безопасности автомобиля это означает проведение диагностирования каждой из систем и нахождение единой вероятности безотказной работы как комплексного показателя.

Каждую из систем можно рассматривать как цепь последовательных и (или) параллельных элементов. Например, рулевое управление автомобиля ГАЗ 3302, являющейся основным транспортным средством ТОО «Орал полимер» можно представить, как цепь последовательных и параллельных элементов (рисунок 2).

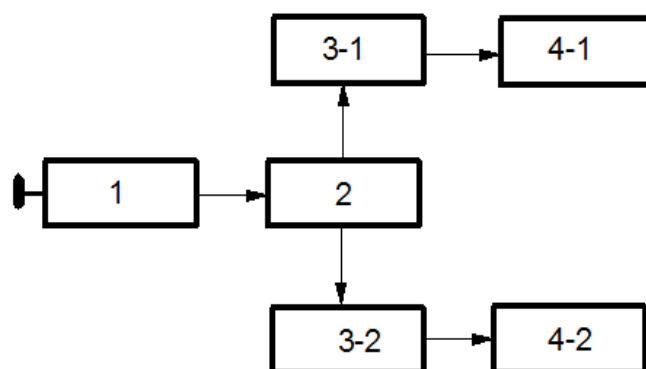


Рисунок 2 – Принципиальная схема рулевого управления:

1 – рулевая колонка; 2-рулевой механизм, поворотный рычаг; 4-ступица колеса

Анализ эксплуатационных отказов РУ аналогичного по конструкции автомобиля ВАЗ показывает, что наиболее надежным конструктивным элементом является подшипник ступицы, средняя наработка на отказ которого составляет $t_{ср} = 71,69$ тыс. км., а наименее надежным - шаровой шарнир рычага подвески - $t_{ср}$ тыс. км. Значительное рассеивание показателей

надежности деталей и узлов предполагает использовать в качестве показателя работоспособности вероятность безотказной работы [4].

Вероятность безотказной работы системы ($P_{\text{сис}}$), состоящей из последовательных ($p_{\text{п}}$) и параллельных ($p_{\text{пар}}$) элементов будет равна.

$$P_{\text{сис}} = p_{\text{п}} * p_{\text{пар}} \quad (2)$$

Аналогичным образом можно представить и тормозную систему, подвеску и шины. Отличием будет являться только число элементов, входящих в последовательную или параллельную структуры. Вероятность безотказной работы системы будет зависеть от вероятности безотказной работы всех входящих в систему безопасности агрегатов и узлов. Зависимость вероятности безотказной работы от вероятности всех составляющих систему безопасности будет в таком случае определяться по формуле полной вероятности или формулы Байеса, которая в приложении для нашего случая будет иметь вид [5].

$$P(A) = P(B_1) * P(A|B_1) + P(B_2) * P(A|B_2) + \dots + P(B_n) * P(A|B_n) \quad (3)$$

Где $P(A)$ -вероятность безотказной работы систем отвечающих за безопасность; $P(B_1)$ -вероятность безотказной работы системы 1 (например, рулевого управления); $P(A|B_1)$ -вероятность безотказной работы системы при условии безотказности первой системы; n -число систем.

В формуле вероятности типа $P(A|B_1)$ называются апостериорными вероятностями, а вероятности типа $P(B_1)$ - априорным.

Определение вероятности безотказной работы типа $P(A|B_1)$ производится по результатам диагностирования, которое может осуществляться и меньшей периодичностью чем техническое обслуживание. Определение периодичности диагностирования и системы управления техническим состоянием на основе показателя вероятности безотказной работы будет являться целью дальнейших исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа развития и интеграции инфраструктуры транспортной системы Республики Казахстан до 2020 года : офиц. текст: Утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 13 января 2013 года № 725. [Электронный ресурс] – режим доступа: http://online.zakon.kz/Document/doc_id=31497811
2. Денисов, А.С. Основы работоспособности технических систем [Текст]: учебник / А.С. Денисов. - Саратов: Саратов.гос.техн.ун-т, 2014.- 312с.
3. Баженов, Ю.В. Основы теории надежности [Текст]: Ю.В.Баженов. 2-е изд.,испр. и доп. М.: «Высшая школа». – 2003. 247с.
4. Зубрицкас И.И. Методология совершенствования системы управления техническим состоянием автомобилей на основе информационных технологий: монография / НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2011.
5. Андронов, А. М. Теория вероятностей и математическая статистика[Текст]: учебник для вузов / А. М. Андронов, Е. А. Копытов, Л. Я. Гринглаз. - СПб.: Питер, 2004.-461 с.

ТҮЙІН

Автомобиль кәлігі Қазақстан Республикасының экономикасын дамытуда негізгі рөл атқарады. Қазіргі уақытта автомобиль паркінің саны өсуде. Алайда, 60% - дан астам пайдалану мерзімі 10 жылдан асады. Әдетте мұндай автомобильдерді және атап айтқанда қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін жүйелерді пайдалану жол-көлік оқиғаларына төгілетін істен шығудың жоғары үлесімен ұштасқан. Қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін жүйелерге рульдік басқару, тежегіш жүйесі, аспа және шиналар жатады. Рульдік басқарудың, тежегіш жүйесінің, аспаның және шиналардың ақаулығы себебінен болған авариялар саны әр түрлі бағалаулар бойынша олардың жалпы санының 15% - на дейін құрайды. Мұндай ақаулардың алдын алу жұмысқа қабілеттілікті сақтау жүйесі бар. Қазіргі уақытта ең перспективалы жағдай

бойынша жұмысқа қабілеттілікті қолдау жүйесі болып табылады. Бұл жүйенің негізі қалдықсыз жұмыстың ықтималдығын диагностикалау және бағалау нәтижелері болып табылады. Қауіпсіздік үшін жауап беретін барлық тораптардың тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы техникалық жай-күйді кешенді бағалау болып табылады және толық ықтималдық формуласын, яғни Байес формуласын пайдалана отырып анықталуы мүмкін.

RESUME

Road transport plays a key role in the development of the economy of the Republic of Kazakhstan. Currently, the number of car fleets is growing. However, more than 60% have a service life of more than 10 years. As a rule, the operation of such vehicles and in particular systems that ensure traffic safety is associated with a high percentage of failures, which result in road accidents. Systems that ensure traffic safety include steering, brakes, suspension, and tires. The number of accidents caused by faulty steering, brakes, suspension and tires is estimated to be up to 15% of the total. The system is designed to prevent such failures by maintaining their functionality. Currently, the most promising system is to maintain the health of the state. Moreover, the basis of such a system is the results of diagnostics and evaluation of the probability of failure-free operation. The probability of failure of all nodes responsible for safety is a comprehensive assessment of the technical condition and can be determined using the full probability formula, i.e. the Bayes formula.

УДК 614.8.027

Оверченко Г.И., к.т.н., доцент

Толлеуов А.С., магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г. Уральск, Республика Казахстан

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

Аннотация

Характерной чертой современного периода развития общества является смена доминирующих видов человеческой деятельности. При этом безопасность является основной потребностью человека, на что акцентировано внимание в Концепции ООН «Об устойчивом человеческом развитии». Целью Концепции ООН является создание условий для сбалансированного безопасного существования каждого отдельного человека современности и последующих поколений. Экономика, стабильность государственных границ, общественные ценности также рассматриваются как способы достижения этой цели.

Тема охраны труда становится все более актуальной с каждым годом. По оценкам МОТ около 2,3 млн. мужчин и женщин ежегодно погибают в результате несчастных случаев на рабочем месте или связанных с работой заболеваний – в среднем 6 000 человек ежедневно. Во всем мире ежегодно регистрируется примерно 340 млн. несчастных случаев на производстве и 160 млн. жертв профессиональных заболеваний.

В статье представлен анализ динамики производственного травматизма и материальный ущерб от несчастных случаев, связанных с трудовой деятельностью в Республике Казахстан за последние 10 лет (2009-2018 гг.), а также распределение числа пострадавших при несчастных случаях в соответствии с родом занятий и по причинам несчастных случаев. Основными недостатками состояния безопасности труда на предприятиях по-прежнему остаются некачественное и несвоевременное обучение сотрудников правилам безопасности и охраны труда, а также низкая профессиональная квалификация специалистов. Чтобы устранить указанные недостатки, необходимо своевременно проводить инструктажи по технике безопасности и обучать персонал безопасным методам работы. В процессе обучения очень важно максимально эффективно использовать современные средства и методы обучения и проверять знания правил и требований по охране труда и технике безопасности. Своевременное выявление опасных и вредных факторов на производстве приведет к лучшей