

УДК 629.113.004.67

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПРОФИЛАКТИКИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ  
СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ПОДСИСТЕМЕ  
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Жарылкасын Бексұлтан**

*Tulenov\_b@mail.ru*

Магистрант, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан,  
Казахстан

Научный руководитель - Тулеков Е.Ж

Важнейшими характеристиками эффективности использования автомобилей массового и серийного изготовления, как и многих технических изделий, является их производительность и себестоимость, определяемая в удельном исчислении на единицу продукции. Себестоимость зависит от стоимости изготовления (приобретения) и обеспечения работоспособного состояния, от расхода эксплуатационных материалов.

Обеспечение работоспособного состояния автомобильного парка связано с трудовыми и материальными затратами, соизмеримыми, а подчас и превышающими затраты на их изготовление. Система обеспечения работоспособного состояния автомобильного парка охватывает различные уровни производства и эксплуатации – производственные участки, предприятия и отрасли автомобильного транспорта в целом. На всех этих уровнях ведется работа методами, свойственными каждому из них.

Решение задач по повышению качества и эффективности работы подвижного состава автомобильного транспорта требует оптимизации функционирования всей системы обеспечения работоспособности парков автотранспортных средств отрасли автомобильного транспорта и отдельных ее подсистем и включает целый комплекс задач, решение которых

связано с разработкой сложной математической модели, адекватно описывающей внутренние и внешние связи системы.

Как известно, одним из способов преодоления трудности создания такой модели является расчленение системы на более простые элементы и рассмотрение их во взаимосвязи.

Такое расчленение возможно как по «вертикали» (функциональное), так и по горизонтали (уровни управления). Важнейшим функциональным элементом системы является нормативно – информационная модель, которая в свою очередь может быть расчленена по уровням управления и разрабатываться с учетом взаимодействия как между элементами уровней этой модели, так и всех элементов данного уровня, их внутренних и внешних связей.

Эксплуатационная надежность подчинена цели создания и совершенствования нормативно – информационной модели системы обеспечения работоспособного состояния автомобильного парка (парка машин) и оборудования на основе максимально полной реализации свойств надежности, заложенных при конструировании и обеспечения производством, с учетом конкретных условий эксплуатации, при минимальных затратах на эти цели [1].

Разрабатываемые в настоящее время методами эксплуатации надежности нормативы в совокупности представляют собой систему технического обслуживания и ремонта машин, включающую следующие части: нормативы долговечности машин и их основных агрегатов; виды, объемы и периодичность технического обслуживания; комплекс работ текущего ремонта при рациональной стратегии его проведения. Эти нормативы дифференцируются по условиям эксплуатации машин.

Как показывает практика, ресурс агрегатов автотранспортных средств зачастую оказывается существенно меньше нормативного. Это обусловлено отсутствием эффективных методов управления надежностью агрегатов, позволяющих выявить неисправности на стадии развития и предотвратить их, тем самым обеспечить высокую долговечность и безотказность, а так же равнопрочный ресурс узлов и агрегатов.

Для каждой из частей системы технического обслуживания и ремонта разрабатываются подходы и методы определения нормативов и других исходных материалов для управления надежностью машин на уровнях производственных участков и предприятий.

Комплекс работ технического обслуживания и ремонта определяется методом математического моделирования, как правило, по критерию минимизации затрат. Каждое из воздействий характеризуется временем простоя, потребностью запасных частей и материалов, трудовых затратах, средними наработками на воздействие и их распределениями. Все это позволяет прогнозировать потребность в соответствующих воздействиях и, следовательно, осуществлять подготовку производства. Следовательно, возникает задача по формированию такого комплекса работ, который бы обеспечил наибольшую эффективность, то есть оптимального комплекса работ.

Так издаются предпосылки к управлению реализацией свойства надежности машин в эксплуатации с целью минимизации ее стоимости. Создание нормативно – информационной модели является задачей эксплуатационной надежности – составной части теории эксплуатации.

Эксплуатация машин как наука и инженерная дисциплина сформировалась на базе ряда фундаментальных наук и инженерных дисциплин. В настоящее время, в период научных направлений, таких, как теория управления, теория надежности, техническая диагностика, в период широкого применения в инженерных расчетах теории вероятностей и ее раздела – теория массового обслуживания – теоретические основы эксплуатации автомобилей существенно обогащаются.

Характер работы автотранспортных средств  $j$ -го типа таков, что их можно рассматривать как обслуживающие аппараты в системе массового обслуживания  $j$ -го типа. При этом существует жесткое ограничение на время ожидания начала обслуживания в связи

с большой стоимостью простоя обслуживаемого объекта. Для этих условий в работе [2] было сформирована ведущая стратегия (правило) управления системой технической эксплуатации, которая предусматривает обеспечение такого времени требования обслуживаемого объекта  $j$ -го типа в системе, которое не превышает время безотказной работы комплекса, состоящего из работоспособных (работающих, готовности к работе и резервных) обслуживающих объектов  $j$ -го типа. При этом под отказом комплексов понимается событие, когда количество работоспособных обслуживающих объектов  $j$ -го типа меньше некоторой заданной условиями функционирования и требованиями к системе массового обслуживания величины.

Рассмотрим вопрос об определении периодичности профилактики в условиях принятой стратегии, оговоров, что индивидуальный подход наверняка приведет к некоторому корректированию определяемой периодичности. В понятие «профилактика» включаем как собственно техническое обслуживание, так и диагностирование, в соответствии с которым назначается объем профилактической работы. В качестве метода обслуживания и ремонта подвижного состава принят метод «по состоянию», который минимизирует удельную трудоемкость технического обслуживания и ремонта.

Выберем критерий оптимизации периодичности профилактики, который обеспечивает заданную надежность работы агрегата (системы) автотранспортного средства в период между профилактическими воздействиями при минимизации трудовых затрат на выполнение профилактических работ и аварийное устранение отказов.

Пусть надежность агрегата автотранспортного средства в период между профилактическими воздействиями имеет функцию распределения  $G_a(t_p)$ . Обозначим трудоемкость профилактики с периодичностью  $t_p$  через  $T_p$ . Так как  $T_p$  зависит от технического состояние объекта, то здесь под  $T_p$  можно понимать либо среднюю по всем возможным, либо некую трудоемкость, которая не будет превышать заданную величину. Будем полагать, что периодичность профилактики влияет на величину работоспособного времени агрегата автотранспортного средства. Обозначим время восстановления работоспособности агрегата через  $T_v$ . При этом снова говорим, что это время может являться либо средним из продолжительности всех возможных восстановительных работ этого агрегата, либо являться допустимым временем восстановления отказа агрегата, которое с заданной вероятностью не превышает допустимого. Определим такую периодичность профилактики, которая минимизирует удельные трудоемкости профилактических  $\tau_p(t_p)$  и аварийно-восстановительных работ  $\tau_v(t_p)$ :

$$\tau_{уд.общ}(t_p) = \tau_p(t_p) + \tau_v(t_p) \quad \min \quad (1)$$

Пусть нам известны только две величины безотказной работы комплекса всех списочных обслуживаемых объектов  $j$ -го типа –  $T_{ф\ мин}$  и  $T_{ф\ макс}$ . Можно сделать допущение, что периодичность профилактики  $t_p$  рассматриваемых нами агрегатов влияет на время безотказной работы этого комплекса. Дальше можно использовать идею определения оптимальной периодичности обслуживания. Для этого преобразуем (1). Получим :

$$\tau_{уд.общ}(t_p) = \frac{T_v}{T_{ф}} + \frac{T_p}{t_p} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $T_{ф}$  – заданное время безотказного функционирования комплекса всех обслуживаемых объектов  $j$ -го типа.

Связь между  $T_{ф}$  и  $t_p$  выявляют, принимая во внимание следующее соображение:  $T_{ф\ макс}$  имеет место в случае работоспособности агрегата автотранспортного средства, что характеризуется вероятностью  $G_a(t_p)$  и значением периодичности профилактики  $t_p$ .  $T_{ф\ мин}$  имеет место при отказе агрегата, который может произойти с вероятностью  $1 - G_a(t_p)$ . Дальше определяем  $T_{фi}$ , пользуясь преобразованиями:

$$T_{\phi i} = T_{\phi \max} G_{a_{cp}} \\ T_{\phi i} = T_{\phi \max} G_{a_{cp}}(t_{n_i}) + T_{\phi \min} \cdot [1 - G_{a_{cp}}(t_{n_i})], \quad (3)$$

где 
$$G_{a_{cp}}(t_n) = \frac{1}{t_n} \int_0^{t_n} G_a(u) du.$$

При известных  $T_{\phi \max}$ ,  $T_{\phi \min}$  и  $G_a(t_n)$  задают периодичность  $t_{n_i}$ , определяют вероятности  $G_a(t_{n_i})$  и  $G_{a_{cp}}(t_{n_i})$  и по формуле (3) определяют  $T_{\phi i}$ . Полученные значение  $T_{\phi i}$  подставляют в (1) и при  $t_{n_i}$  определяют  $\tau_{\text{ср.общ}}(t_{n_i})$  до нахождения минимума функции.

Решив эту задачу для каждого агрегата (системы, элемента) автотранспортного средства, определяем задачи группирования локальных оптимальных периодичности  $t_{n_{онм_i}}$  в оптимальную форму профилактики. Определим  $k$  групп из агрегатов, для которых получены относительно близкие значения  $t_{n_{онм_i}}$ , и назначим для каждой группы периодичность профилактики  $t_{n_k}$ , определив  $t_{n_k}$  по формуле (4):

$$t_{n_k} = \frac{\sum_{i=1}^m \tau_{\text{уд общ}}(t_{n_{онм_i}}) \cdot t_{n_{онм_i}}}{\sum_{i=1}^m \tau_{\text{уд общ}}(t_{n_{онм_i}})} \quad (4)$$

где  $m$  - количество агрегатов  $k$ -й группы.

Для соблюдения ведущей стратегии управления системой технической эксплуатации должно соблюдаться условия:

$$\sum_{s=1}^m \tau_{\text{уд общ}}(t_{n_k})_s \leq 1, \quad (5)$$

При невыполнении неравенства (5) для группы  $k$  делаем новую разбивку и объединения вплоть до индивидуальных по агрегатам значений  $t_{n_k}$ . Если и при этом неравенство (5) не выполнено, ищем способы уменьшения значения  $T_v$  и  $T_{\Pi}$  для некоторых агрегатов и снова делаем все расчеты для определения  $t_{n_{онм}}$ . Если и в этом случае неравенство (5) не соблюдается, надо повысить вероятность безотказной работы комплекса обслуживающих аппаратов  $j$ -го типа путем пошагового увеличения из списочного состава на единицу. Тем самым получают новые значения для  $T_{\phi \min}$  и  $T_{\phi \max}$ , на основе которых выполняются новые расчеты.

#### Список использованных источников:

1. Зорин В.А., Бочаров В.С. Надежность машин ОГТУ, 2003.-536с.
2. Техническая эксплуатация автомобилей; под ред Е.С.Кузнецова – М:Наука, 2001.- 535с.