

## Литература

1. Трифонов, Н.Ю. Метод описания ускоренного износа объектов оценки / Н.Ю. Трифонов // Вопросы оценки. – 2013. – № 3. – С. 39–41.
2. Трифонов, Н.Ю. Исследование обесценивания автомобилей методом фонда амортизации / Н.Ю. Трифонов, С.В. Скрыган // Вопросы оценки. – 2015. – № 2. – С. 2–9.
3. Оценка стоимости машин, оборудования и транспортных средств / А.П. Ковалев [и др.]. – М.: Интерреклама, 2003.
4. Трифонов, Н.Ю. Возможность описания динамики износа объекта оценки с помощью исследования рынка / Н.Ю. Трифонов, С.В. Скрыган // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 12-й международной научно-технической конференции: в 4 т. – Т. 3. – Минск: БНТУ, 2014. – С. 216.
5. Трифонов, Н.Ю. Экспоненциальное описание обесценивания легковых автомобилей на основе анализа вторичного автомобильного рынка Республики Беларусь / Н.Ю. Трифонов, М.С. Парфенюк // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов. Безопасность дорожного движения: сборник науч. трудов. – Минск: БНТУ, 2016. – С. 301–323.

УДК 358.3

### ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

### APPROACH TO THE ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF TECHNICAL OPERATION OF MOTOR VEHICLES

*Шостак В.Г.*, доцент кафедры, кандидат военных наук, доцент  
(Белорусский национальный технический университет);

*Назин А.Е.*, научный сотрудник 2-го научно-исследовательского  
отдела 1-го НИУ (ГУ «НИИ ВС РБ»)

*Shostak V.G.*, Associate Professor, Candidate of Military Sciences,  
Associate Professor (Belarusian National Technical University);

*Nazin A.E.*, Researcher at the 2<sup>nd</sup> Scientific Research Department of the 1<sup>st</sup> NRU  
(Research Institute of the Armed Forces of the Republic of Belarus)

**Аннотация.** В статье рассматривается один из подходов к оценке эффективности технической эксплуатации. При этом, в качестве показателей эффективности выбраны: вероятность выполнения автотранспортным предприятием задач по перевозке с учетом вклада системы

технической эксплуатации (как обеспечивающей выполнение задач автотранспортного предприятия), вероятность исправного состояния единицы автомобильной техники в заданный момент времени и математическое ожидание случайного числа единиц автомобильной техники, способных обеспечить выполнение задач по перевозкам.

**Abstract.** *The article describes one of the approaches to assessing the effectiveness of the technical operation. In this case, as the performance indicators selected: the probability of performing road transport enterprise tasks in transportation, taking into account the contribution of the technical operation of the system (such as ensuring the execution of tasks of motor transport enterprise), the probability of serviceable condition automotive engineering unit at the specified time and the expectation of a random number of automotive vehicles, able to fulfill tasks of transportation.*

Существенную роль в транспортном комплексе Республики Беларусь играет автомобильный транспорт, регулярно обслуживая предприятия и организации всех форм собственности, различных хозяйств и предпринимателей, а также население страны. К 2016 году автомобильный парк республики достиг более 2,5 млн ед., причем более 85 % легковых, грузовых автомобилей и автобусов принадлежат гражданам на условии личной собственности. Согласно данным Госавтоинспекции о зарегистрированном в ГАИ транспорте, в 2016 году численность субъектов, осуществляющих автотранспортную деятельность, более 439 тыс., из них автомобилей 403 тыс. и 36 тыс. автобусов. Регулярными автомобильными перевозками (основными в пассажирских перевозках) охвачены все города и населенные пункты, обслуживаются автобусные маршруты различной протяженности.

Главным преимуществом и особенностью автомобильного транспорта, определяющее его развитие, связаны с мобильностью и гибкостью доставки грузов, пассажиров с соблюдением при необходимости расписания. Эти свойства автомобильного транспорта во многом определяются уровнем работоспособности и техническим состоянием автомобилей и парков, зависящих, во-первых, от надежности конструкций автомобилей, во-вторых, от мер по обеспечению их работоспособности в процессе эксплуатации и от условий последней.

В силу выше сказанного, работоспособность автомобилей и парков обеспечивается подсистемой технической эксплуатации автомобилей (ТЭА).

Техническая эксплуатация автомобилей – это комплекс взаимосвязанных технических, экономических, организационных и социальных мероприятий, обеспечивающих:

– поддержание автомобильного парка машин в работоспособном состоянии, способном обеспечить выполнение задач автотранспортного предприятия (АТП);

– своевременную передачу службе перевозок или внешней клиентуре работоспособных автомобилей их количества в нужное время.

Эффективность ТЭА обеспечивается инженерно – технической службой, которая реализует цели и задачи ТЭА, главная цель которой состоит в поддержании автомобилей в исправном состоянии. Исходя из цели основными задачами технической эксплуатации автомобилей – являются: своевременное обеспечение автомобилями и автомобильным имуществом; организация правильной эксплуатации; своевременное восстановление автомобильной техники; техническая, специальная подготовка водителей и других специалистов в интересах ТЭА; управление ТЭА.

Техническая эксплуатация автомобилей является одной из подсистем автотранспортного предприятия, которая включает подсистемы: обеспечение автомобильной техникой и автомобильным имуществом; организация эксплуатации автомобилей; восстановление автомобилей; техническая, специальная подготовка водителей и других специалистов ТЭА; управление ТЭА.

С точки зрения системного подхода ее можно рассматривать как сложную организационно-техническую систему, включающую силы (управленческий персонал, водителей, обеспечивающий персонал), и средства (автомобили, мастерские технической помощи, технический персонал: специалисты ремонтники и т.д.).

В зависимости от вида предприятий и рода их деятельности система технической эксплуатации автомобилей организационно и экономически может выступать в качестве:

– производственной структуры (подсистемы) конкретного предприятия или их объединений (транспортная компания, холдинг, коммерческое автотранспортное предприятие), осуществляющей наряду с перевозками поддержания парка в работоспособном состоянии;

– независимого хозяйственного субъекта, оказывающего платные услуги владельцам разнообразных автотранспортных средств всех форм собственности.

Главный вклад ТЭА состоит в том, что она обеспечивает подсистему коммерческой эксплуатации автотранспортного предприятия работоспособными технически исправными транспортными средствами, т.е. обеспечивает саму возможность реализации транспортного процесса. А задачи подсистем коммерческой эксплуатации и управления – наиболее эффективно использовать исправные автомобили, получить доход и рассчитаться с системой ТЭА в соответствии с ее фактическим вкладом в транспортный процесс и полученной прибылью.

Автомобильная техника, характеризуется большим многообразием типов и марок машин, которые отличаются предназначением и способами их ис-

пользования. Запас остаточного ресурса и надежность работы машин – важнейшие условия для выполнения задач ими по назначению. Поэтому рациональная организация технической эксплуатации зависит не только от задач, выполняемых автотранспортным предприятием, характера местности, времени года, но и от наличия сил и средств обеспечивающих эксплуатацию автомобилей, состояния автомобилей, наличия имущества (запасных частей, средств диагностики и выполнения ремонтных работ) и других факторов.

Таким образом, раскрытие закономерностей изменения технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации, изучения методов и средств, направленных на поддержание автомобилей в исправном состоянии при экономном расходовании всех видов ресурсов позволит с наибольшей эффективностью использовать систему ТЭА.

Рассмотрим подход к оценке эффективности ТЭА применительно к решению задач по перевозкам.

На основе анализа теоретических положений по эффективности систем [1–4] для выбора критерия эффективности целесообразно воспользоваться концепциями рационального поведения, к которым относятся концепции пригодности, оптимизации и адаптивизации. При этом в соответствии с концепцией пригодности в качестве критерия эффективности используется показатель, значения которого должно быть не ниже требуемого уровня  $W_{тр}$ . Концепция оптимизации предполагает выбор тех стратегий, которые обеспечивают максимальный эффект в работе системы. Концепция адаптивизации предполагает возможность оперативного реагирования на изменение в работе системы. При этом, под критерием понимается признак (правило, средство для суждения, мерило), на основе которого производится оценка степени соответствия системы решаемым задачам [4]. С учетом этого, при выборе критерия оценки эффективности необходимо выбрать и определить показатели эффективности.

При определении требуемого состава сил и средств ТЭА необходимо в качестве концепции рационального поведения выбрать концепцию пригодности и на ее основе – критерий пригодности. Этот критерий по отношению к другим (оптимальности и адаптивизации) является наиболее простым.

Таким образом, критерий пригодности для оценки эффективности при обеспечении выполнения задач АТП определяется из условия, что вероятность достижения цели ТЭА  $P_{дц}$  должна быть не меньше требуемой вероятности по этим показателям  $P_{дц}^{треб}$ , т.е.:

$$P_{дц} \geq P_{дц}^{треб} . \quad (1)$$

При выборе показателей эффективности ТЭА необходимо учитывать их смысловое содержание, которое определяется целью действий, призна-

ками отражающими наиболее существенные стороны процесса обеспечения задач и их конечный результат. Из этого следует, что показатели эффективности целесообразно выбрать, исходя из применяемых способов или целей их действий.

Процесс выбора разумно осуществить относительно задач и способов их выполнения.

С учетом вышесказанного, в качестве показателей эффективности будем использовать три показателя:

$(P_1, P_2, P_3, P_4, \dots, P_n)$  – вероятность выполнения  $i$ -й задачи автотранспортного предприятия с учетом вклада подсистемы ТЭА за сутки, где  $n$  – общее количество задач АТП;

вероятность исправного состояния единицы автомобильной техники в заданный момент времени (коэффициент готовности, который является вероятностью того, что автомобиль окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых использование автомобиля по назначению не предусматривается (плановое техническое обслуживание, плановый ремонт))  $P_{iТЭА}$  ( $i = \overline{1, n}$ ).

математическое ожидание случайного числа единиц автомобильной техники, способных обеспечить выполнение задач АТП –  $M [N]$ .

$P_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) – определяется в виде

$$\begin{cases} P_1 = P_{11} \cdot P_{12} \dots P_{1m} P_{1ТЭА}; \\ P_2 = P_{21} \cdot P_{22} \dots P_{2m} P_{2ТЭА}; \\ P_n = P_{n1} \cdot P_{n2} \dots P_{nm} P_{nТЭА}, \end{cases} \quad (2)$$

где  $P_i$  – вероятность выполнения  $i$ -й задачи АТП с учетом вклада системы ТЭА за сутки ( $i = \overline{1, n}$ );

$P_{ij}$  – вероятность выполнения  $i$ -й задачи  $j$ -й системой, входящей в АТП  $P_{ij}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $j = \overline{1, m}$ ;

$m$  – число систем входящих в АТП наряду с системой ТЭА.

$P_{iТЭА}$ ,  $i = \overline{1, n}$  м – вероятность исправного состояния единицы автомобильной техники в заданный момент времени.

Например, вероятность исправного состояния единицы автомобильной техники при обеспечении выполнения 1-й задачи АТП системой ТЭА будет определяться из выражения

$$P_{1ТЭА} = P^{т.п.}_1 P^o_1, \quad (3)$$

где  $P_1^{т.п.}$  – вероятность исправного состояния единицы автомобильной техники за заданное время с учетом отказов по техническим причинам и их восстановления;

$P_1^3$  – вероятность исправного состояния единицы автомобильной техники с учетом неисправностей от эксплуатационных неисправностей и их восстановления.

Величина  $P_1^3$  – определяется по формуле

$$P_1^3 = [1 - K_3 (1 - K_{\text{вост.}})], \quad (4)$$

где  $K_{\text{вост}}$  – коэффициент, численно равный доле автомобильной техники восстановленной после ее выхода из строя от эксплуатационных неисправностей;

$K_3$  – коэффициент, численно равный доле выхода автомобильной техники из строя от эксплуатационных неисправностей (если  $K_3 = 1$  и  $K_{\text{вост}} = 0$ , то  $P_{1\text{ТЭА}} = 0$ );

$P_1^{т.п.}$  – определяется из выражения, приведенного в [5]

$$P_1^{т.п.} = \frac{T_0}{T_0 + T_B} + \frac{T_B}{T_0 + T_B} \exp \left[ - \left( \frac{t}{T_0} + \frac{t}{T_B} \right) \right], \quad (5)$$

где  $T_B$  – среднее время восстановления отказов по техническим причинам, ч.;

$T_0$  – среднее время работы автомобиля до отказа по техническим причинам, км;

$t$  – текущее время (изменяется от 0 до  $T_{0.3}$ , где  $T_{0.3}$  – конечное время выполнения задачи).

Величины  $P_{2\text{ТЭА}}, P_{3\text{ТЭА}} \dots P_{n\text{ТЭА}}$  – определяются аналогично.

$M[N]$  определяется из выражения:

$$M[N] = N_i (P_i^{т.п.} P_i^3), \quad (6)$$

где  $N_i$  – количество машин, назначенных для выполнения  $i$ -й задачи АТП;

$(P_i^{т.п.} P_i^3)$  – определяется из выражения (4, 5).

Выражение (5) получено на основе биномиального распределения случайной величины  $N$ .

Условия выполнения задачи:

1. Единица автомобильной техники считается технически исправной, если водитель способен выполнять свои функции и автомобиль готов к выполнению задачи АТП.

2. При возникновении отказов по техническим причинам автомобиль может быть восстановлен водителем или специалистами ремонтниками.

3. При эксплуатационных причинах (дорожно-транспортное происшествие, наезды на препятствие и др. неисправности наступившие в результате нарушения правил эксплуатации автомобиля) может выйти из строя автомобиль и водитель, после чего осуществляется восстановление автомобиля и оказание медицинской помощи водителю.

4. Поток отказов по техническим причинам считается простейшим. При этом выполняются условия:

– ординарности (вероятность появления двух и более отказов в один и тот же момент времени пренебрежимо мала, т.е. равна 0);

– отсутствия последействия (вероятность появления отказов в любом интервале времени ( $t_1, t_2$ ) не зависит от появления отказов в других непесекающихся интервалах времени);

– стационарности потока отказов (в этом случае параметр потока отказов является величиной постоянной, т.е.  $\omega(t) = \omega$ ).

5. Вероятность возникновения отказов по техническим причинам подчиняется экспоненциальному закону распределения, т.е.  $P(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$ , где  $t$  – время работы автомобиля до отказа;  $\lambda$  – интенсивность отказов;  $\lambda = 1/T_0$  ( $T_0$  – средняя величина времени работы автомобиля до отказа, ч).

6. Вероятность восстановления отказов по техническим причинам подчиняется по экспоненциальному закону распределения, т.е.  $P_B(t) = 1 - \exp(-\mu t)$ , где  $t$  – величина времени восстановления, ч.,  $\mu$  – интенсивность восстановления отказов,  $\mu = 1/T_B$  ( $T_B$  – среднее время восстановления отказа).

С учетом выбранного критерия пригодности принятие решения об эффективности ТЭА будем осуществлять в соответствии с условиями:

$$\begin{cases} P_{iТЭА} \geq P_{iТрТЭА}; \\ M[N] \geq N_{iТр}, \end{cases} \quad (7)$$

где  $P_{iТрТЭА}$  – требуемое значение вероятности выполнения  $i$ -й задачи автотранспортного предприятия;

$N_{iТр}$  – требуемое значение количества машин для выполнения  $i$ -й задачи автотранспортного предприятия/

Данный подход к оценке эффективности ТЭА АТП позволяет определить:

– эффективность существующей системы ТЭА АТП;

– степень соответствия системы ТЭА предъявляемым требованиям;

– основные направления совершенствования системы ТЭА.

Таким образом, предложенный подход к оценке эффективности может быть использован при разработке методики оценки эффективности технической эксплуатации автомобилей автотранспортного предприятия и разработке рекомендаций по совершенствованию системы технической экс-

плуатации автомобилей, что позволит максимально обеспечить выполнение задач автотранспортного предприятия и определить направления дальнейшего ее исследования.

### Литература

1. Надежность и эффективность в технике: справочник. – Т. 3. Эффективность технических систем. – М.: Машиностроение, 1988.
2. Надежность и эффективность в технике: справочник. – Т. 1. Методология. Организация. Терминология. – М.: Машиностроение, 1988.
3. Кузнецов, Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей / Е.С. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1982. – 224 с.
4. Марков, Л.Н. Основы исследования операций / Л.Н. Марков, П.А. Подкопаев. – Ч. 1. – Минск: ВА РБ, 1999.
5. Шостак, В.Г. Оценка эффективности автотехнического обеспечения территориальных войск / В.Г. Шостак, А.Е. Назин // Наука и воен. безопасность. – 2009. – № 4. – С. 57–59.

### УДК 358.3

#### НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

#### DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF MAINTENANCE AND REPAIR IN THE ARMED FORCES THE REPUBLIC OF BELARUS

*Шостак В.Г.*, доцент кафедры, кандидат военных наук, доцент  
(Белорусский национальный технический университет);

*Ивчик О.А.*, профессор кафедры, кандидат военных наук, доцент  
(Военная академия Республики Беларусь)

*Shostak V.G.*, Associate Professor, Candidate of Military Sciences,  
Associate Professor (Belarusian National Technical University);

*Ivchik O.A.*, Professor, Candidate of Military Sciences, Associate Professor  
(Military Academy of Belarus)

**Аннотация.** В статье рассматривается анализ системы технического обслуживания и ремонта вооружения, военной и специальной техники в Вооруженных Силах Республики Беларусь. Определены основные направления ее совершенствования в целях поддержания технического ресурса образцов вооружения и техники в состоянии, обеспечивающем выполнение задач по предназначению.