

УДК 656.13

**В.П. Волков, д.т.н., проф.  
Є.О. Комов, аспір.**

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РУХОМОГО СКЛАДУ В ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

*Розкрито необхідність жорсткого технічного контролю інженерно-технічної служби автомобільного транспорту. Контроль забезпечується підприємницькою сферою. Система технічного контролю розглядається як центр контролю часу системи, яка характеризується показником рівня сервісу.*

**Вступ.** До комерційних транспортних засобів, згідно зі світовою підприємницькою класифікацією рухомого складу автомобільного транспорту (АТ), в Україні належить рухомий склад автомобільного транспорту загального користування (АТЗК), який здійснює свою діяльність на основі ліцензій Мінтрансу.

Першою і основною умовою для отримання будь-яким власником автотранспортного засобу (АТЗ) ліцензії, як на пасажирські, так і на вантажні перевезення, є наявність у власника необхідної виробничо-технічної бази (ВТБ). База, навіть на договірних засадах, зобов'язана забезпечити підтримку транспортного засобу власника в належному технічному стані й здійснювати щоденний технічний контроль АТЗ, передбачений системою технічного обслуговування (ТО) і ремонту автомобілів [1].

Здійснення контролю АТЗ на відповідність його технічного стану вимогам нормативно-технічної документації покладено на механіків контрольно-випускних пунктів автогосподарств, які щодня перед виїздом проводять загальний контроль транспортних засобів в об'ємі робіт щоденного обслуговування згідно з нормативними документами.

Наявність в автогосподарстві контрольно-випускного пункту є в сучасних умовах практично єдиним і основним відмітним елементом у структурах технічної служби автогосподарства й автосервісного підприємства та фактично найважливішим критерієм вибору власником транспортного засобу того або іншого автогосподарства як ВТБ для отримання ліцензії на перевезення. Відповідно до чого на АТ виникла абсолютно нова для технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) проблема кількісної підприємницької оцінки процесів функціонування контрольно-випускних пунктів автогосподарств.

Для операцій контролю характерний заздалегідь заданий мінімальний об'єм робіт [2]. Ця обставина вказує на непридатність експоненціального розподілу для розрахунку, наприклад, вірогідності виконання згаданих операцій.

**Основна частина.** Експериментальні дослідження показують, що розподіл тривалості виконання робіт контролю справних АТЗ залежить від складності їх конструкції. При ручному виконанні порівняно простих операцій контролю розподіл часу контролю добре описується «зміщеним експоненціальним розподілом», розглянутим Ю.Г. Фокініним на прикладі контролю складної радіоелектронної апаратури [3]:

$$A(\theta) = \begin{cases} 0 & \text{для } \theta < \theta_0 \\ 1 - e^{-\mu(\theta - \theta_0)} & \text{для } \theta \geq \theta_0 \end{cases} \quad (1)$$

де  $A(\theta)$  – вірогідність виконання операції контролю протягом заданого часу;  $\mu$  – інтенсивність виконання операцій;  $\theta_0$  – мінімальний необхідний час для виконання сукупності даних операцій ідеальним оператором.

Вказаним розподілом є експоненціальний розподіл, зміщений по осі часу на інтервал часу  $\theta_0$  управо. Цей факт вказує на фізичну неможливість виконання даних операцій за час меншого  $\theta_0$ .

При ручному виконанні складних операцій контролю розподіл тривалості контролю нормалізується і добре описується нормальним розподілом:

$$A(\theta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{\theta} e^{-\frac{(t-m)^2}{2\sigma^2}} dt, \quad (2)$$

де  $A(\theta)$  – вірогідність виконання операцій контролю протягом заданого часу  $\theta$ ;  $m$  – математичне очікування часу контролю;  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення часу контролю.

Двоакість характеру розподілу часів незручна для практичних розрахунків. На практиці доцільно вибрати з двох розподілів такий, який достатньо добре збігався б зі статистичними даними для будь-яких АТЗ в області важливих розрахункових ділянок.

Графічно можна показати, що це завдання вирішується, якщо вибрати параметри зміщеного експоненціального розподілу за такими формулами:

$$\mu = \frac{1}{\sigma}; \quad \theta_0 = m - 0,7\sigma, \quad (3)$$

де  $\mu$  – інтенсивність виконання операцій контролю;  $\theta_0$  – мінімальний необхідний час для виконання операцій;  $m, \sigma$  – математичне очікування і середнє квадратичне відхилення часу контролю, визначені за статистичними даними.

На відміну від інтенсивності відновлення, зв'язаної зворотною функціональною залежністю з середнім часом усунення відмови при експоненціальному законі, в даному випадку інтенсивність виконання операцій контролю пов'язана такою ж залежністю з середнім квадратичним відхиленням, оскільки нахил кривої нормального розподілу визначається величиною  $\sigma$ . Вплив математичного очікування виявляється тут у зсуві показового розподілу на необхідний інтервал по осі часу.

Хороший збіг значень вірогідності для обох розподілів при  $A(\theta) \geq 0,5$  може слугувати підставою для застосування розподілу (1) з параметрами (3) при проведенні інженерних розрахунків для будь-яких контрольних перевірок. У цьому випадку при оцінці АТЗ, для яких характерний нормальний розподіл, при  $A(\theta) < 0,5$  отримуємо дещо занижені дані, тобто розподіл (1) дає в цьому випадку оцінку знизу для розподілу (3). Така розбіжність при  $A(\theta) > 0,5$  не є грубою помилкою, оскільки зазвичай контрольовані системи АТЗ виконуються з  $A(\theta) < 0,5$  і застосування (1) при  $A(\theta) < 0,5$  лише різкіше підкреслить неприйнятність системи контролю АТЗ і вкаже на необхідність удосконалення процесу контролю.

Для несправних транспортних засобів при визначенні виду розподілу часу контролю слід врахувати, що наявність несправностей викличе випадкову затримку контролю, обумовлену усуненням несправностей. З достатньою для практики точністю  $A_n(\theta)$  можна знайти за (1), в якій параметри (3) збільшені, порівняно з контролем справних АТЗ:

$$A_n(\theta) = 1 - e^{-\mu_n(\theta - \theta_{он})} \quad (4)$$

де  $A_n(\theta)$  – вірогідність контролю несправного АТЗ за час  $\theta$ ;  $\mu_n, \theta_{он}$  – параметри тривалості підготовки несправного АТЗ, визначені через  $m_n$  і  $\sigma_n$  так, як у (3).

Вірогідність контролю несправного АТЗ за час  $\theta$ , тобто показник  $A_n(\theta)$  для будь-якого контрольно-випускного пункту автогосподарства має особливу значущість. Це початкова точка для розрахунку надійності функціонування державної системи контролю за технічним рівнем АТЗК.

Статистичні параметри  $\mu_n, \theta_{он}$  фактично характеризують параметри функціонування рухомого складу, закріпленого за автогосподарствами, і в сукупності з параметрами, що характеризують ВТБ цих підприємств, дозволяють однозначно визначити для державних органів контролю, наприклад, органів ДАІ або органів сертифікації, об'єм вибірки, тобто кількість АТЗ, що підлягають випробуванням (контролю) в кожному автогосподарстві.

У даний час статистичні методи оцінки результатів випробувань широко використовуються на практиці. Розвиток нових наукових напрямів: математичної теорії надійності, теорії управління виробничими процесами, математичної теорії навчання, біологічної і економічної кібернетики та інших напрямів – викликали великий інтерес до загальних методів і моделей, створених у класичній теорії вірогідності й математичній статистиці. До таких моделей належить схема випробувань Я.Бернуллі, що полягає в наступному. Розглядається послідовність  $n$  незалежних випробувань, у кожному з яких можливі два результати:  $A$  і  $\bar{A}$  (наприклад, успіх і відмова). Вірогідність результатів дорівнює  $p$  і  $q$  відповідно, причому

$p = 1 - q$ . У кожному випробуванні вірогідність  $p$  постійна. За цих передумов розглядається випадкова величина  $t$  – можлива кількість результатів вигляду  $\bar{A}$  (наприклад, відмов) у  $n$  випробуваннях. Вірогідність  $P(t = v)$  того, що в  $n$  випробуваннях буде рівне  $v$  відмов, і вірогідність  $P(t \leq x)$  того, що в  $n$  випробуваннях число відмов не перевищить деякого значення  $x$ , що фіксується.

Завдання відробітку різних систем досить широко висвітлені в літературі, оскільки мають очевидну практичну значущість.

Найбільш традиційною постановкою завдання є таке. Відомо, що  $n_1$  випробувань закінчилися  $m_1$  успіхами. Необхідно, з урахуванням наявних даних – попередньої інформації  $n_1, m_1$ , визначити вірогідність  $P(t = v)$  того, що наступні  $n_2$  випробувань закінчатимуться  $v$  відмовами. Для вирішення завдання зазвичай використовується спеціальний прийом — рандомізація параметра  $p$ , тобто приписування деякого розподілу  $f_p(x)$  насправді фіксованому значенню  $p$ . При цьому  $p$  розглядається як випадкова величина і новий розподіл вірогідності визначається в  $x, p$  – площині, яка слугує вибірковою просторою. Для вирішення завдання використовують формулу Байєса.

Розглянемо завдання, найбільш важливе для сучасних умов функціонування автогосподарств. Це класичне завдання «Випробування відновлюваних систем», яке детально представлено в довіднику [4].

Нехай проводиться контроль  $n$  одиниць АТЗ, що мають можливість ТО і ремонту на виробничих потужностях ВТБ різних автогосподарств. У процесі контролю фіксуються часи (трудомісткості)  $\tau_i, i \in [1, n]$ , тобто фактично об'єми робіт етапу підготовки АТЗ до експлуатації на лінії. Нехай  $\tau_T$  – деяке заздалегідь обумовлене значення трудомісткості, яке визначене переліком робіт згідно з нормативними документами. Трудомісткість робіт, відповідна значенню часу  $\tau_i \leq \tau_T$ , для  $i$ -ої одиниці парку автогосподарства вважається успішним контролем АТЗ. При  $\tau_i > \tau_T$  контроль для АТЗ негативний. Нехай ТО і ремонт АТЗ, при виникненні такої необхідності, ведеться для кожної одиниці автогосподарства на своїх ВТБ. Відповідно до чого ВТБ контрольованого автогосподарства слід розглядати як ВТБ підприємства, де за наявності заявки від  $i$ -ої одиниці автогосподарства на ТО і ремонт заявка може бути обслужена лише з вірогідністю  $p_e \leq 1$ , а після обслуговування заявки вірогідність успішного завершення випробування також існує і дорівнює  $P(\tau_i < \tau_T) = p^*$ . Причому величина  $p^*$ , як і  $p_e$ , може бути не рівною одиниці.

За формулою повної вірогідності знайдемо вірогідність  $p$  успішного випробування однієї одиниці АТЗ автогосподарства з урахуванням можливого її відновлення:

$$\tilde{p} = qp_e p^* + p = p_e p^* + p(1 - p_e p^*), \tag{5}$$

де  $p$  – вірогідність успішного випробування одиниці АТЗ без урахування її відновлення.

Нехай вірогідності  $p_e$  і  $p^*$  відомі й планується необхідний об'єм  $n_0$  безвідмовних випробувань АТЗ без участі ВТБ. Тоді при завданні величин  $p_T, \gamma$  величина  $n_0$  знаходиться з умови

$$\begin{aligned} \tilde{P} &= p_e p^* + (1 - \gamma)^{n_0} (1 - p_e p^*) \geq p_T, \text{ звідки} \\ n_0 &\geq \frac{\ln(1 - \gamma)}{\ln\left(\frac{p_T - p_e p^*}{1 - p_e p^*}\right)}. \end{aligned} \tag{6}$$

З (6) в окремому випадку, коли розглядається невідновлювана система ( $p_e p^* = 0$ ), отримуємо відоме співвідношення:

$$n_0 \geq \frac{\ln(1 - \gamma)}{\ln p_T}. \tag{7}$$

Аналогічний результат у разі  $p^* = 0$ . З (6) видно, що зі зростанням вірогідності  $p_e$  число  $n$  зменшується до значення

$$n_0 = \lim_{p_e \rightarrow 1} n = \frac{\ln(1 - \gamma)}{\ln\left(\frac{p_T - p^*}{1 - p^*}\right)}. \tag{8}$$

Саме так

$$n_0 = \lim_{p^* \rightarrow 1} n = \frac{\ln(1 - \gamma)}{\ln\left(\frac{p_T - p_e}{1 - p_e}\right)}. \tag{9}$$

**Висновки.** Отже, збільшення тільки вірогідності (долі) обслуговування АТЗ на ВТБ досліджуваного автогосподарства –  $p_e$  або тільки вірогідності успішного контролю всіх АТЗ, контрольованих даним підприємством, –  $p^*$ , тобто показника  $A(\theta)$ , може ще не привести до істотного зменшення планованої кількості контрольних перевірок вищих організацій, порівняно з випадком випробувань звичайних невідновлюваних систем. Одночасне ж збільшення величин  $p_e$  і  $p^*$  може дати відчутну різницю. Так, згідно з чисельним прикладом [4] при  $p_T = 0,90$ ,  $\gamma = 0,95$ , отримуємо: а) для  $p_e = 0$ ,  $n = 29$ ; б) для  $p_e p^* = 0,7$ ,  $n = 7$ .

Проведені експериментальні дослідження оцінки робіт контрольно-випускних пунктів автогосподарств пасажирського АТЗК підтверджують адекватність реальних значень оцінки робіт, що виконуються на пунктах контролю розрахунковим і вказують на можливість і доцільність використання формул Ю.Г. Фокіна, що визначають вірогідність контролю несправного АТЗ за час  $\theta$ , тобто показник

$A_n(\theta)$ , для оцінки роботи конкретних пунктів контролю автогосподарств і підприємств у цілому, а також для організації державного регіонального контролю якості роботи ВТБ з ТО і ремонту комерційних АТЗ.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К. : Міністерство транспорту України, 1998. – 16 с.
2. Российская автотранспортная энциклопедия. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств : справ. и научно-практич. пособие : в 3 т. / В.Н. Луканин, Е.С. Кузнецов, Р.И. Коробкова и др. – М. : Изд-во Московского государственного автомобильно-дорожного института (технический университет), Международной ассоциации автомобильного и дорожного образования (МААДО), Международного центра труда, 2000. – Т. 3. – 455 с.
3. Фокин Ю.Г. Надёжность при эксплуатации технических средств / Ю.Г. Фокин. – М. : Воениздат, 1970. – 224 с.
4. Статистические задачи отработки систем и таблицы для числовых расчётов показателей надёжности : учеб. пособие для вузов / под ред. Р.С. Судакова. – М. : Высш. школа, 1975. – 604 с.

ВОЛКОВ Володимир Петрович – доктор технічних наук, професор, завідує кафедрою «Технічна експлуатація та сервіс автомобілів» Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

Наукові інтереси:

– динаміка автомобілів.

КОМОВ Євген Олександрович – аспірант кафедри «Технічна експлуатація та сервіс автомобілів» Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

Наукові інтереси:

– вдосконалення технічного обслуговування в автосервісах.

Тел.: 093 7411300.

E-mail: komolov3002@yandex.ru

Подано 05.05.2010

**Волков В.П., Комов Є.О.** Сучасний підхід до контролю технічного стану рухомого мккладу в підприємствах автомобільного транспорту

**Волков В.П., Комов Є.О.** Современный подход к контролю технического состояния подвижного состава в предприятиях автомобильного транспорта

**Volkov V.P., Komov E.O.** The modern approach to the technical state control of rolling stock in the motor transport enterprises

УДК 656.13

**Современный подход к контролю технического состояния подвижного состава в предприятиях автомобильного транспорта / В.П. Волков, Є.О. Комов**

Раскрыта необходимость жёсткого технического контроля инженерно-технической службы автомобильного транспорта. Контроль обеспечивается предпринимательской сферой. Система технического контроля рассматривается как центр контроля времени, который характеризуется показателем уровня сервиса.

УДК 656.13

**The modern approach to the technical state control of rolling stock in the motor transport enterprises / V.P. Volkov, E.O. Komov**

Necessity of strict technical control of automobile transport engineering technical service is opened. The control is provided by sphere of business. The system of the technical control is considered as the centre of the control of time which characterized by an indicator of service level.