

Ларін О.М., д.т.н.¹, Субочев О.І., к.т.н.², Погорєлов М.Г.³

1 — УЦЗУ, м. Харків; 2 — АДІ «ДВНЗ» ДонНТУ, м. Горлівка;

3 — СДПУ, м. Слов'янськ

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Формалізовано схему опису виробничих процесів технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) автомобілів на автосервісних підприємствах. Схему подано як перехідну ланку від змістовного опису об'єкта до його елементарної моделі. Формалізований опис виробництва ТО і Р поділяється на формалізований опис зовнішнього середовища і безпосередньо системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Наведено перелік параметрів, що характеризують вхідний потік вимог і їх символічний опис. Схарактеризовано і сформовано в дві групи показники функціонування виробництва ТО і Р: перша група – ті, що описують використання ресурсів технічного обслуговування і ремонту автомобілів; друга група - процес обслуговування заявок.

Вступ

Система технічного обслуговування й ремонту є однією із найбільш складних систем. Масовість транспортних засобів, численні зв'язки, постійна взаємодія їх із зовнішнім середовищем накладають ряд істотних обмежень і вимагають їхнього обліку при плануванні та управлінні.

Характер розподілу робіт з видів технічних впливів, по виробничих підрозділах, витрати часу на виявлення й усунення відмов і несправностей як регламентних, так і не регламентних носять випадковий характер.

Оптимізація виробничих процесів в умовах випадкового характеру складових є, по суті, пошуком оптимального управління стохастичним процесом. Завдання ускладнюється наявністю накладення випадкових процесів і це робить систему ще більш невизначеною й складною.

Метою даного дослідження є розробка математичної моделі виробничих процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів на автосервісних підприємствах (АСП).

Обґрунтування методів управління реальними виробничими процесами

На сучасному етапі прискороного розвитку техніки, зростання ролі прийняття рішення в умовах невизначеності з'явилася об'єктивна потреба у більш ефективних методах планування і управління на автомобільному транспорті, що базуються на виборі оптимального варіанта в процесі попереднього математичного дослідження. Визнання цих фактів привело до розробки і широкого практичного застосування імовірно - статистичних методів. Серед імовірних методів визначене місце займає теорія масового обслуговування.

Математична модель виробничих процесів автосервісних підприємств

Формалізована схема функціонування виробничих процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів (ТО і Р) є перехідною ланкою від змістовного опису об'єкта до його елементарної моделі і повинна забезпечувати повноту, стикування всіх етапів операційного дослідження з вихідними даними, проміжних результатів і остаточних результатів дослідження.

Формалізована схема функціонування виробництва ТО і Р складається з двох основних частин: формалізованого опису зовнішнього середовища, поданого вхідним потоком вимог і процесів ТО і Р як складної системи масового обслуговування (СМО) [1, 2, 3, 4].

Вхідний потік вимог у загальному випадку необхідно описувати таким чином:

$$\lambda_j \in \lambda, j = \overline{1, J}; h_{j,q} \in H_j; q = \overline{1, G} \quad (1)$$

$$A(T + \tau); F(\tau); P_j = f(t); \lambda_t = \phi(t),$$

де λ_j — вимоги j -го типу; набір j вимог утворює множину λ усіх вимог, розглянутих для даної системи;

$h_{j,q}$ — q -а властивість вимоги j -го типу; набір G властивостей λ_j , утворює множину H_j всіх розглянутих властивостей j -го типу вимог;

$A(T + \tau)$ — подія A , що перебуває в надходженні вимоги на обслуговування в момент $T + \tau$, якщо попередня надійшла в момент T ;

$F(\tau)$ — функція розподілу тривалості інтервалів між моментами надходження вимог у систему;

$P_j = f(t)$ — вираз, що визначає залежність імовірності надходження в підсистему вимог j -го типу від поточного часу;

$\lambda_t = \phi(t)$ — вираз, що визначає залежність інтенсивності потоку від поточного часу.

Вхідний потік вимог містить у собі автомобілі різних моделей із різними відмовами і несправностями. Така різноманітність типів потоку визначає неоднорідність потоку при його нестационарності.

Якщо виходити з того, що в кожний момент часу може з'явитися тільки одна вимога і, природно, тільки одного типу, то поява заявок різних типів представляє повну групу несумісних подій. При цьому

$$\sum_{j=1}^n P_j = 1, \quad (2)$$

де $j=1, n$ — типи вимог;

P_j — імовірність появи вимог j -го типу, що визначається відношенням інтенсивності λ_j до сумарної інтенсивності вхідного потоку.

З урахуванням нестационарності вхідного потоку вираз (2) буде виглядати таким чином:

$$\sum_{S=1}^{24} \sum_{j=1}^n P_{ij} = 1, \quad (3)$$

де P_{ij} — імовірність появи λ_i у S -ій годині;

$$P_{ij} = \frac{m_{ij}}{n_S}, \quad (4)$$

де m_{ij} — кількість λ_i , що надійшли у S -ій годині;

n_S — загальна кількість вимог, що надійшли у S -ій годині.

Відомо, що вимоги, які надійшли в систему ТО і Р одночасно можуть мати одну і більше відмов та несправностей. Отже, у кожний момент часу надходить λ_i із S -ою кількістю відмов (несправностей). Тоді

$$\sum_{k=1}^l P_k^{(j)} = 1, \quad (5)$$

де $P_k^{(j)}$ — імовірність появи λ_j з k -ою кількістю відмов.

Звідси

$$P(B_k^{(i)}) = P_k, \text{ при цьому } \sum_{k=1}^l P_k = 1 \quad (6)$$

Проведені дослідження показали, що для λ_j кількість основних видів технологічних процесів ремонту не перевищує 400. Позначимо через ω відмову (несправність) вимоги, тоді

$$\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_p = \sum_{n=1}^{\omega} \omega_n. \quad (7)$$

Сума імовірностей усіх ω_n дорівнює імовірності появи вимог з однією відмовою (несправністю)

$$P(\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n) = \sum_{n=1}^q P(\omega_n) = P(B_i). \quad (8)$$

Імовірність появи λ_j з двома відмовами визначається як сума імовірностей усіх можливих комбінацій $\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n$. Їх загальна кількість дорівнює q^2 . При $q=400$, $q^2=160000$. Аналогічним способом імовірність вимоги з трьома відказами дорівнює сумі ймовірностей усіх можливих комбінацій $\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n$.

Аналіз статистичного матеріалу показав, що урахування імовірностей λ_j з одним, двома і трьома несправностями дозволяє майже з 90 - процентною точністю змодельовати вхідний потік.

Запропоноване формалізоване уявлення зовнішнього середовища дає можливість опису потоку загального виду, що характеризується неоднорідністю λ_j , $j=1, J$, нестационарністю $\lambda_t = \phi(t)$, $P_j = f(t)$, наявністю різних властивостей вимог — $h_{j,q}$, $q=1, G$. Такий опис дозволяє повніше відобразити потік вимог на мові моделювання. Воно також забезпечує можливість побудови універсальних програмних блоків, прив'язка яких до конкретного потоку здійснюється на рівні завдання вихідних даних відповідно до запропонованого опису.

Усі операції, виконувані СМО у процесі обслуговування $\lambda_j \in \Lambda$, утворюють множину

$$V = \{V_l\}, l = 1, L.$$

Послідовність обслуговування вимог на d -ому посту визначається видом операції (V_l), необхідної для виконання λ_j , станом системи і наявністю вимог інших типів, що знаходяться в черзі. Для визначення виду виконуваної операції (V_l), вимог j -го типу на d -ом посту використовуються імовірно - логічні умови.

Формалізація системи дозволяє описувати імовірно - тимчасові параметри виконання операцій і реалізації процесів ТО і Р. Час виконання операцій ТО і Р — τ_l описується за допомогою таких залежностей:

$$F_d(\tau_i); \tau_l = f(\tau_{i,q}); V_{dl}^j, \quad (9)$$

де $F_d(\tau_i)$ — функція розподілу часу виконання i -ої операції ТО і ремонту на d -ому посту;

$\tau_l = f(\tau_{i,q})$ — вираз, що визначає залежність часу виконання i -ої операції на d -ому посту від властивостей заявки;

V_{dl}^j — кількість виконаних операцій ТО і ремонту j -ої вимоги на d -ому посту.

Таким чином, формалізована схема системи ТО і ремонту має вигляд:

$$F_d(\tau_i); \tau_l = f_d(\tau_{i,q}); V_{dl}^j; d = \overline{1, D}; j = \overline{1, I}; q = \overline{1, G}; \text{ за всіма } l = \overline{1, L}. \quad (10)$$

Побудована відповідно до формалізованої схеми модель системи ТО і Р дозволяє одержувати набори операційних характеристик двох груп [5]. До першої групи відносяться показники, що характеризують використання ресурсів системи ТО і Р як СМО, продуктивність системи, її елементів. До другої групи відносяться показники, що описують процес обслуговування заявок.

Основними показниками першої групи є:

ρ — завантаження системи на інтервалі часу моделювання;

$\rho(t)$ — завантаження системи в залежності від поточного часу;

$N_{об}$ — кількість вимог, що обслуговуються системою на інтервалі моделювання;

$N_{обj}$ — кількість вимог j -го типу, що пройшли обслуговування на інтервалі моделювання;

$N(t), N_{об}(t)_j$ — кількість вимог усього або j -го типу, що пройшли обслуговування, в залежності від поточного часу;

K_d, K_s — коефіцієнти використання постів d -го типу і системи в залежності від поточного часу;

N_d — кількість вимог, що пройшли обслуговування на d -ому каналі на інтервалі часу моделювання;

$N_d(t)$ — кількість вимог, що пройшли обслуговування на d -ому каналі у залежності від поточного часу;

$N_{d,j}$ — кількість λ_j , що пройшли обслуговування на d -ому пості на інтервалі часу моделювання.

Основними показниками другої групи є:

τ_A — середній час перебування однієї вимоги в системі ТО і Р;

τ_A^d — середній час перебування однієї вимоги на d -ому каналі;

$\tau_{np}, \Delta\tau_{np}, F\tau_{np}$ — статистичні характеристики часу перебування вимог у системі ТО і Р (середнє квадратичне відхилення, відносні і накопичені частоти значень часу обслуговування і ремонту);

$R_s, R_{s \max}$ — черга вимог на вході в систему, що описується середньою довжиною і максимальною довжиною;

R_d — черга на обслуговування вимог перед d -м каналом (описується аналогічно R_s)

$R_{s,j}$ — черга на обслуговування λ_j перед d -м каналом (описується аналогічно R_s).

Визначення оптимальної стратегії управління чергою на ТО і Р, що забезпечувала б надійне обслуговування всього обсягу вимог (відмов і несправностей автомобілів), відноситься до пріоритетних завдань масового обслуговування.

Зміст призначення пріоритетів вступним вимогам складається в забезпеченні пільгового обслуговування вимог з високим пріоритетом. У випадку лінійної вартісної функції система обслуговування в порядку пріоритетів є оптимальною у випадку мінімізації середньої вартості. Однак лінійна вартісна функція не завжди виявляється придатною. У сфері технічного обслуговування й ремонту диспетчер вибирає серед автомобілів, що очікують обслуговування ті, які вимагають найбільш тривалого обслуговування. Дана ознака - мінімальний час обслуговування відноситься до внутрішньосистемних виробничих ознак пріоритетів.

Позасистемні ознаки відображають особливості вимог на обслуговування з позиції, не залежної від автосервісного виробництва: вимоги замовника, терміновість у доставці вантажів, бажання одержати справний автомобіль за всяку ціну.

Висновки

На основі проведених досліджень найбільш доцільною схемою для аналізу й синтезу виробництва автосервісних підприємств є система масового обслуговування. Застосування математичного апарата теорії масового обслуговування для дослідження виробничих процесів АСП визначається наступними положеннями: а) наявність вхідного потоку вимог на ТО й Р з випадковим характером; б) наявність черги перед обслуговуванням; в) обслуговування вимог проводиться постами, які можна визначити як канали обслуговування; г) випадковий характер параметрів обслуговування.

Система технічного обслуговування й ремонту відноситься до багатоканальних розімкнених СМО з нестаціонарним і неоднорідним вхідним потоком вимог (несправності автомобілів) на ТО й Р; з різнотипними каналами й із взаємозв'язком між каналами; із пріоритетним обслуговуванням з урахуванням внутрішньосистемних та позасистемних факторів пріоритетності.

Запропонована формалізована схема ТО та Р визначає склад і вид вихідних даних, забезпечує опис об'єкта в обсязі, достатньому для побудови імітаційної моделі й визначення операційних характеристик.

Список літератури

1. Хинчин А.Я. Работы по математической теории массового обслуживания / Под ред. Б.В. Гнеденко. Изд. 2-е, стереотипное. — М.: Едиториал УРСС, 2004. — 240 с.
2. Котлер Ф. Маркетинг, менеджмент: Экспресс – курс. — СПб.: Питер, 2004. — 496 с.
3. Миллер Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах. — М., 2002. — 320 с.
4. Натан А.А. Основы теории случайных процессов. — М., 2003. — 168 с.
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. — М.: Высшая школа, 2000. — 480 с.

Стаття надійшла до редакції 08.10.07

© Ларін О.М., Субочев О.І., Погорелов М.Г., 2007