

УДК 656.13:658.2

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ РІЗНОРІДНИХ ЗАЯВОК НА ПОТОВОКІЙ ЛІНІЇ

О. Мاستикаш

Інженер,
Національний університет
„Львівська політехніка”,
м. Львів

І тæææ³ñóï ðíçðíææíí; ì äðìì äðå=íí; ì íææ³ íð³íáíí íà ìðåææ³ íáííáí ç ìðíðáñ³à ðáðí³=íí; æèíí èðáðáð³; — æèííáí íý ð³çííð³áíèð çáýáíè íà ìíòèíáíè è³í³; ì äááì áòíí ì íææðááííý íáðáíí =áñíææ áñíæè íáðáá³ðò ìðíðáñ³à ìðíð³ææðèèè æáðíí íá³è³à. Ì íð³è çáýáíè íà ìðíð³ææðèèè áááææ³ðóííý ððáð³ííáðíèè³ èíí á³ííááíèè, à çááá=à ì íææðááííý íáí ææáíà ááíí à áðííáí è ìíòèèð çáýáíè. Ó äáçèèðáð³ ìíðáðááííý æèííáíà ðááíðèèèèèèèèèè ì íææè çí ð³è ððáí³à ìíòèíáí; è³í³; ð³ðçðáðííèíáá ððáí à çááá=³ ì íææðááííý ó ðíðí³ áðáðá, æèý ÷èí; ðèèáááíí ðèðáðí ð ð³áíýí ù Èíèí íáíðíáá ðà çáíðíííííááíí ìíè³áíáí³ñóï ðð ð³çðáðííèèð. ðíçæèýíððí ìðèèèèè ì íæææáíð³ æèííðèðááííý çáíðíííííááíí; ì áðííæèè æèý ðíçáíýçáííý çááá=³ ì íææðááííý ìðíðáñ³ ìðíð³ææðèèèè.

імітаційне моделювання, граф міжстанових переходів, показник математичної моделі

Виробничі підрозділи технічних об'єктів машинобудівної галузі, що працюють у режимі постійно повторюваного виконання складальних робіт набувають ознак системотехнічних комплексів [1]. Під впливом техносередовища, роль якого виконує обладнання, функції людей-виконавців поєднуються з технічними і технологічними компонентами. У такий спосіб формуються основні виробничі процеси, тому питання організації виробництва бажано вирішувати системно — з урахуванням явищ, характерних для утворення комплексів.

Процеси взаємодії складових вже згаданих комплексів, як правило, є динамічними, їх відзначає складність, випадковість і не завжди спостерігається повна визначеність. Тому ефективним засобом дослідження стає математичне моделювання [3].

Можливість математичного моделювання оцінимо на прикладі одного з процесів технічної експлуатації — профілактики автотранспортних засобів (АТЗ) на поточковій лінії [2], коли у єдиний комплекс поєднуються

рухомий склад, який прибуває на профілактику, обладнанні для цього пости і виробничий персонал. Предметом моделювання оберемо часовий аспект перебігу процесів профілактики. Метою стане пошук організаційних рішень, які сприятимуть скороченню непродуктивних затрат часу персоналу і обладнання.

Більшість сучасних підприємств об'єднують до 10 марок автомобілів, тому обсяг профілактичних робіт помітно різниться. Ця невідповідність негативно позначається на показниках ефективності поточної лінії, адже у загальному випадку на ній утворюватимуться довільні комбінації послідовно розташованих АТЗ з неоднаковими затратами часу на проведення відповідної частки робіт. З метою пошуку раціонального принципу виконання сервісів змодельована ситуація, викликана надходженням на поточкову лінію заявок з різною тривалістю регламентних робіт.

Розроблення математичної моделі робіт з різномірними заявками на поточковій лінії. Розглянемо випадок,

коли потокова лінія профілактики складається з трьох спеціалізованих постів, що відповідає практиці організації цих робіт [2]. Потік заявок на профілактику домовимось вважати стаціонарним і комбінованим. Для спрощення задачі моделювання склад потоку заявок обмежимо двома групами. Кожна з груп буде утворена з АТЗ, об'єднаних за ознакою взаємної близькості показників. В одній з них перебуватимуть АТЗ з малим обсягом робіт, профілактика яких виконується швидко. Іншу групу складе частина АТЗ з великим обсягом робіт, що виконується повільно. Далі заявки, належні до різних груп, називатимемо „швидкими” і „повільними”.

Для кожної з груп повний корисний час виконання однієї заявки розглядаємо як випадкову величину з відомими математичними сподіваннями. При перебуванні на посту заявки, віднесеної до j -тої групи, математичне сподівання випадкового такту посту t_j , визначатиметься сумою

$$M(t_j) = \sum_{i=1}^I \frac{n_{ij} T_{ij}}{Rk}, \quad (j = u, n) \quad (1)$$

(i = 1, I)

де j — індекс належності заявки до групи „швидких” ($j=u$) або „повільних” ($j=n$); T_{ij} — середня тривалість профілактики одного АТЗ i -тої марки, належного до j -тої групи заявок; n_{ij} — частка автомобілів i -тої марки в j -тій групі; R — кількість працюючих на потоковій лінії ($R=const$); k — кількість постів потокової лінії, $k=3$.

Подемо схематично картину зміни станів потокової лінії, розуміючи під станом певну комбінацію заявок, що перебувають у роботі [5]. Названі комбінації подамо позначеннями у вершинах графа, побудованого за ідентифікаційною схемою (рис. 1).

На ній показано, що кожен сектор вершини графа відповідатиме певному посту, а їхнє кутове розміщення — послідовності розташування постів на лінії. Руху заявки між постами еквівалентне пересування між секторами проти годинникової стрілки, починаючи від верхнього. Запис у секторі „ u ” або „ n ” означатиме перебування на посту „швидкої” або „повільної” заявки.

На рис. 2 подана розрахункова схема задачі моделювання у формі графа [6], набір вершин якого відповідає повному набору можливих станів трипостової потокової лінії для випадку заповнення постів заявками двох різних видів.

Комбінації різнорідних заявок на постах, яким відповідні вершини $S_2 - S_7$ є неповторюваними. Серед них вершина S_2 задає випадок перебування на першому посту

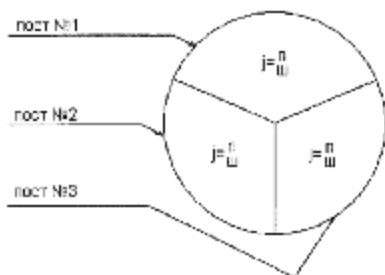


Рис. 1. Ідентифікаційна схема

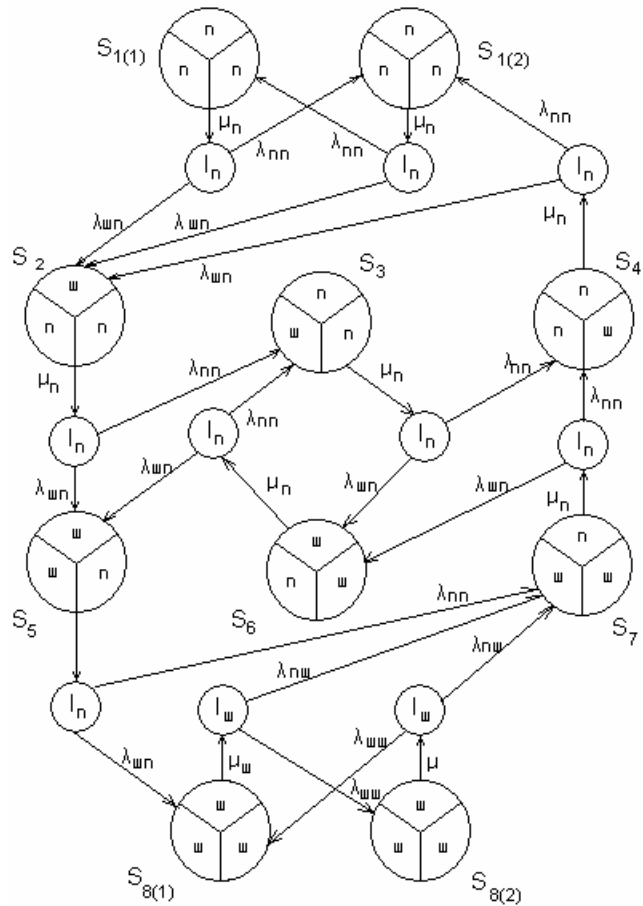


Рис. 2. Розрахункова схема задачі моделювання

„швидкої” заявки, а на другому і третьому постах — „повільних” заявок; вершина S_3 задає випадок, коли перший і третій пости зайняті „повільними” заявками, а на другому розташована „швидка” заявка і т. ін.

Розрахункова схема містить також парні вершини ($S_{1(1)}, S_{1(2)}$) та ($S_{8(1)}, S_{8(2)}$). Ними задані стани, котрі виникають при заповненні потокової лінії заявками лише однієї групи — „повільними” або „швидкими”. Поділ цих станів на дві вершини з взаємними переходами $S_{1(1)} \leftrightarrow S_{1(2)}$; $S_{8(1)} \leftrightarrow S_{8(2)}$ зроблений, щоб уникнути використання петель при вершинах графа як ознак можливого повторення стану за умови надходження заявки відповідного виду.

Зміна стану потокової лінії є наслідком завершення виконання однієї із заявок, викликаного цим пересування інших заявок, а також надходження чергової заявки. Крім цього, вважаємо, що переходи між вершинами (станами) відбуваються в часі регулярно, випадково і з певними інтенсивностями.

Для потреб моделювання розрізнятимемо інтенсивності: μ — виконання робіт на постах, тобто вихідних потоків зміни станів; λ — вхідних потоків зміни станів, ініційованих попередньо здійсненою профілактикою.

На схемі (рис. 2) фігурують переходи з інтенсивностями: m_u — виконання профілактичних робіт зі „швидкою” заявкою; m_n — виконання профілактичних робіт з „повільною” заявкою.

Значення цих інтенсивностей знайдемо за припущення експоненційності закону розподілу такту поста t_j за залежностями:

$$\mu_{uu} = M(\tau_{uu})^{-1}, \mu_n = M(\tau_n)^{-1}. \quad (2)$$

Вихідні потоки зміни станів з інтенсивностями μ_{uu} виникають за умов заповнення всіх постів лінії “швидкими” заявками. На розрахунковій схемі (див. рис. 2) така ситуація виникає в станах-вершинах $S_{8(1)}$ і $S_{8(2)}$. Присутність хоча б на одному посту “повільної” заявки примушує всю потокову лінію рухатись у ритмі, дозволеному цією заявкою. Тому для решти станів-вершин вихідні потоки мають інтенсивність μ_n .

Процес заповнення лінії новими заявками можна подати на основі використання декількох потоків подій. При моделюванні будемо виходити з того, що після виконання заявки j -тої групи на першій пост з інтенсивністю λ_{uj} надходять “швидкі” заявки і з інтенсивністю λ_{nj} — “повільні” заявки. Це означатиме, що кожний вихідний потік з інтенсивністю μ_{uu} трансформується у два вхідних з інтенсивностями λ_{nu} і λ_{nuu} . З умов балансу кулькості подій матимемо рівняння зв'язку між інтенсивностями:

$$\mu_{uu} = \lambda_{nuu} + \lambda_{nu}. \quad (3)$$

Аналогічна ситуація складається і для вихідних потоків зміни станів з інтенсивностями μ_n . Вони мають трансформуватись у вхідні потоки, розділившись на два з інтенсивностями λ_{nu} і λ_{nn} . Рівняння зв'язку між цими інтенсивностями буде таким:

$$\mu_n = \lambda_{nu} + \lambda_{nn}. \quad (4)$$

На розрахунковій схемі перетворення потоків за законами (3), (4) задано вузлами розподілу 1_{uu} і 1_n . Щоб на підставі відомих значень μ_{uu} і μ_n визначити інтенсивності, введемо додаткові умови:

$$\frac{\lambda_{nuu}}{\lambda_{nu}} = \alpha_{uu}, \quad \frac{\lambda_{nn}}{\lambda_{nn}} = \alpha_n, \quad (5)$$

де α_{uu} і α_n — параметри розподілу потоків, які задають аналітичну функцію вузлів 1_{uu} і 1_n .

У випадку відсутності відбору АТЗ для виконання робіт функції розподілу стають неперервними і сталими. Їх можна задати у формі

$$\alpha_{uu} = \alpha_n = \alpha; \quad \alpha = \frac{A(j=uu)}{A(j=n)}, \quad (6)$$

де $A(j)$ — кількість або частка від загальної кількості АТЗ, належних до групи “швидких” ($j=uu$) і “повільних” ($j=n$) заявок.

При записі другого виразу (6) вважалося, що для всіх без винятку АТЗ середні пробіги між однойменними профілактиками є однаковими. Оскільки співвідношеннями (1) — (6) задана динаміка міжстанових переходів, з'явилася можливість визначення ймовірностей P_m появи станів S_m потокової лінії. З цієї метою складемо систему рівнянь Колмогорова [4] для прийнятої розрахункової

схеми. Ці рівняння матимуть вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} P_{1(1)} &= -P_{1(1)} \mu_n + P_{1(1)} I_{nn} = 0; \\ \frac{d}{dt} P_{1(2)} &= -P_{1(2)} \mu_n + P_{1(1)} I_{nn} + P_4 I_{nn} = 0; \\ \frac{d}{dt} P_2 &= -P_2 \mu_n + P_{1(1)} I_{un} + P_{1(2)} I_{un} + P_4 I_{un} = 0; \\ \frac{d}{dt} P_3 &= -P_3 \mu_n + P_2 I_{nn} + P_6 I_{nn} = 0; \\ \frac{d}{dt} P_4 &= -P_4 \mu_n + P_3 I_{nn} + P_7 I_{nn} = 0; \\ \frac{d}{dt} P_5 &= -P_5 \mu_n + P_2 I_{nn} + P_6 I_{un} = 0; \\ \frac{d}{dt} P_6 &= -P_6 \mu_n + P_3 I_{nn} + P_7 I_{un} = 0; \\ \frac{d}{dt} P_7 &= -P_7 \mu_n + P_5 I_{nn} + P_{8(1)} I_{nu} + P_{8(2)} I_{nu} = 0; \\ \frac{d}{dt} P_{8(1)} &= -P_{8(1)} \mu_{uu} + P_5 I_{un} + P_{8(2)} I_{un} = 0; \\ \frac{d}{dt} P_{8(2)} &= -P_{8(2)} \mu_{uu} + P_{8(1)} I_{nuu} = 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Рівняння (7) розв'яжемо з використанням нормуючої умови і додаткової умови стаціонарності:

$$\sum_m P_m = 1, (m = 1(1) \dots 8(2)); \quad \frac{dP_m}{dt} = 0. \quad (8)$$

У результаті отримуємо вирази:

$$P_{1(1)} = \left(1 + \sum_m L_m \right)^{-1}, (m = \overline{1(2)} \dots \overline{8(2)}); \quad P_m = P_{1(1)} \cdot L_m. \quad (9)$$

Коефіцієнти L_m у (9) знаходимо із залежностей:

$$\begin{aligned} L_{1(2)} &= \frac{\mu_n}{\lambda_{nn}}; \quad L_2 = \frac{\lambda_{un}(1 + L_{1(2)} + L_4)}{\mu_n}; \\ L_3 &= \frac{\lambda_{nn}(L_2 + L_6)}{\mu_n}; \quad L_4 = \frac{\lambda_{un}(\lambda_{un} + 2\lambda_{nn})}{\lambda_{nn}}; \\ L_5 &= \frac{\lambda_{un}(L_2 + L_6)}{\mu_n}; \quad L_6 = \frac{\lambda_{un} L_4}{\lambda_{nn}}; \\ L_5 &= \frac{\mu_n L_6 - \mu_{un} L_3}{\lambda_{un}}; \\ L_{1(2)} &= \frac{\mu_n L_{8(2)}}{\lambda_{uu}}; \quad L_{8(2)} = \frac{\lambda_{uu} \lambda_{un} L_5}{\lambda_{uu}(\lambda_{uu} + 2\lambda_{nu})}. \end{aligned} \quad (10)$$

Дані до задачі математичного моделювання

Автотранспортні засоби	Частка у складі парку, %	Трудомісткість T_j , люд. год	Належність до групи	Частка v_j у складі групи
ГАЗ-3110	$A_1=12$	3,0	$j=и$	0,18
БАЗ-А049	$A_2=18$	3,5	$j=и$	0,28
БАЗ-3215	$A_3=24$	5,0	$j=и$	0,36
БАЗ-А079	$A_4=12$	6,5	$j=и$	0,18
ЛАЗ-695Н	$A_5=4$	7,0	$j=н$	0,1
ЛАЗ-4207	$A_6=7$	8,0	$j=н$	0,2
ЛАЗ-5207	$A_7=10$	9,0	$j=н$	0,3
ЛАЗ-А183	$A_8=13$	10,0	$j=н$	0,4

Послідовність розрахунку коефіцієнтів L_m (за формулами (10): $L_{1(2)}; L_4; L_2; L_6; L_3; L_5; L_7; L_{8(2)}; L_{8(1)}$) дає змогу уникнути процедури розв'язання системи алгебричних рівнянь.

Вирази (1) — (10) утворюють статистичну модель зміни станів трипостової потокової лінії, яка дає можливість оцінити ефективність її роботи. Зробимо таку оцінку через систему показників P . Вектор P складемо з відносних показників, які відображають час перебування потокової лінії у станах з різним рівнем вимушених затримок, тому показники визначимо як комбінації ймовірностей P_m . Для потреб аналізу обмежимося трьома основними показниками.

Затримок потокової лінії теоретично не виникає при однорідному складі заявок на постах. Таким станам відповідають вершини графа (див. рис. 2) $S_{1(1)}, S_{1(2)}, S_{8(1)}, S_{8(2)}$, тоді відносний час ефективної роботи потокової лінії

$$P_e = P_{1(1)} + P_{1(2)} + P_{8(1)} + P_{8(2)}. \quad (11)$$

Вимушені затримки лінії виникають у станах $S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$. Показником оцінки відносного часу перебування лінії у небажаних для виробництва станах є сума вигляду

$$P_3 = \sum_{m=2}^7 P_m. \quad (12)$$

Показники P_e і P_3 пов'язані між собою співвідношенням

$$P_3 = 1 - P_e. \quad (13)$$

Для детальнішого відображення наслідків затримок врахуємо таку обставину. В станах S_2, S_3 і S_4 виниклі простой захоплюють лише один пост, на якому опинилась "швидка" заявка. Натомість, в станах S_5, S_6, S_7 вимушений простій спостерігатиметься одночасно на двох постах зі "швидкими" заявками, що означатиме зростання вдвічі рівня втрат. Тому як показник рівня втрат часу персоналу і обладнання введемо суму

$$P_e = \sum_{m=2}^4 P_m + 2 \sum_{m=5}^7 P_m. \quad (14)$$

Вирази (1) — (14) можна розглядати як модель оцінки ефективності роботи трипостової потокової лінії $P = (P_e, P_3, P_e)$.

Результати моделювання процесів профілактики.

З використаннями розробленої математичної моделі і системи оцінкових показників дослідимо вплив різниці тривалості профілактик окремих АТЗ. Розглянемо, як приклад, утворення трипостової лінії профілактики на пасажирському підприємстві з різномарковим рухомих складом, сформованим згідно з даними табл. 1.

Трудомісткості T_j робіт задані тут з урахуванням поправок. Відповідно до прийнятого в моделі принципу поділено наявні АТЗ на дві групи. Діапазон обсягу робіт

одної профілактики для наявних восьми марок АТЗ становить 3 — 10 люд. год. Розподіл на групи виконуємо за марками, орієнтуючись на медіанну трудомісткість 6,5 люд. год. У результаті до першої групи ($j=и$) попадають чотири марки АТЗ. Об'єм їхніх профілактичних робіт коливається в межах 3 — 6,5 люд. год.

З урахуванням прийнятого процентного складу АТЗ середньозважена трудомісткість заявки першої групи

$$T_{и} = \sum_{i=1}^4 v_{иi} T_{иi} = 4,5 \text{ люд. год.}$$

Для другої групи ($j=н$) (чотири марки АТЗ, об'єм робіт у межах 7 — 10 люд. год.) середньозважена трудомісткість однієї заявки

$$T_{н} = \sum_{i=1}^4 v_{нi} T_{нi} = 9 \text{ люд. год.}$$

Оскільки на кожному з постів перебуває два робітники ($R=2k=6$), то інтенсивності вихідних потоків зміни станів лінії, визначені за формулами (1), (2), становитимуть $\mu_{и} = 4$ і $\mu_{н} = 2$ 1/год.

Параметр розподілу вхідних потоків зміни стану визначаємо за формулою (6):

$$\alpha = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}{A_5 + A_6 + A_7 + A_8} = 3.$$

Розв'язанням рівнянь (3), (4) з урахуванням умови (5) знаходимо інтенсивності вхідних потоків:

$$\lambda_{ии} = 3; \lambda_{ни} = 1; \lambda_{ин} = 1,5; \lambda_{нн} = 0,5.$$

Підстановкою даних у формули (10) знаходимо проміжний результат:

$$L_{1(2)} = 4; L_2 = L_3 = L_4 = 15; L_5 = L_6 = L_7 = 45; L_{8(1)} = 18; L_{8(2)} = 13,2$$

Його підстановка у формули (9) визначає ймовірності станів потокової лінії:

$$P_{1(1)} = 0.5\%; P_{1(2)} = 1.95\%; P_2 = P_3 = P_4 = 6.9\%;$$

$$P_5 = P_6 = P_7 = 20.8\%; P_{8(1)} = 8.3\%; P_{8(2)} = 6.2\%;$$

Далі, за формулами (11), (12), (14) знаходимо показники оцінки ефективності роботи лінії у варіанті, заданому табл. 1: $\Pi_e = 0,169$; $\Pi_3 = 0,831$; $\Pi_6 = 0,485$.

Отриманий результат свідчить про невисоку ефективність використання робочого часу. Зокрема, час роботи потокової лінії з простоями перевищує час роботи без простоїв у $\Pi_3/\Pi_e = 4,9$ рази.

Для аналізу розробленої математичної моделі були виконані розрахунки (табл. 2), мета яких — отримання залежностей показників Π від параметра α . Наведений цифровий матеріал відповідає прийнятим вище інтенсивностям вихідних потоків зміни станів.

Аналіз даних табл. 2 засвідчує помітний вплив параметра α на всі три показники вектора Π . Звертає увагу факт існування розподілів АТЗ за групами рівнів α , при яких показники ефективності Π_e і Π_3 є найгіршими. У цьому випадку таким стає розподіл за групами $\alpha_* = 2$, коли $\Pi_e = 0,163 = \min$; $\Pi_3 = 0,837 = \max$, а знайдений рівень $\alpha_* = \alpha$ відповідає співвідношенням $\mu_u/\mu_n = T_n/T_u = 2$.

Бажані тенденції: $\Pi_e \rightarrow \max$; $\Pi_e \Pi_3 \rightarrow \min$ виникають при змінах чисельності груп у напрямках $\alpha \rightarrow 0$ і $\alpha \rightarrow \infty$, тобто перебування на постах потокової лінії однорідних заявок, “швидких” (при $\alpha \rightarrow \infty$) або “повільних” (при $\alpha \rightarrow 0$), приводить до абсолютно кращих результатів: $\Pi_e = 1,0$; $\Pi_3 = \Pi_6 = 0$.

Такий результат можливий лише за умов ідентичності обсягів робіт усіх заявок всередині групи, тобто тоді, коли для неї нульовим стане коефіцієнт варіації величини трудомісткості. Так, у поданому в табл. 1 випадку коефіцієнт варіації трудомісткості становить у першій групі ($j=u$) — 0,27; у другій групі ($j=n$) — 0,1.

Зміна показника Π_e у функції α поблизу екстремальної зони має несиметричний характер. На графіку (рис. 3) помітна різниця кутів нахилу кривої $\Pi_e(\alpha)$ в доі заекстремальній ділянках. При цьому зростання α відносно α_* дає менш відчутний результат, ніж його зменшення.

Таблиця 2

Результати розрахунків показників $\Pi = (\Pi_e, \Pi_3, \Pi_6)$

Параметр α	Показники		
	Π_e	Π_3	Π_6
0,14	0,673	0,327	0,124
0,33	0,438	0,562	0,235
0,6	0,344	0,656	0,301
1	0,198	0,802	0,4
1,4	0,171	0,829	0,438
1,67	0,166	0,834	0,452
2	0,163	0,837	0,465
3	0,169	0,831	0,485
7	0,2	0,8	0,501

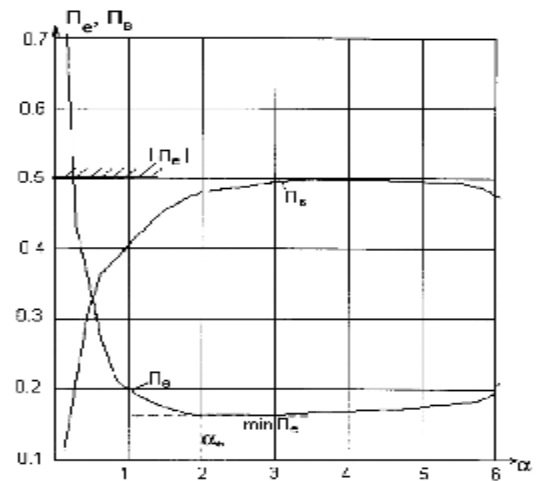


Рис. 3. Графіки зміни показників роботи потокової лінії

Отже, висновок на користь варіанту з переважанням чисельності “повільних” заявок над “швидкими” дає і аналіз графіка (рис. 3) залежності від параметра α іншого показника — відносного рівня втрат часу Π_6 . З графіка видно, що на діапазоні значень α , які відповідають практично досяжним, функція $\Pi_6(\alpha)$ монотонно зростає. Екстремум функції $\Pi_6(\alpha)$ (на рисунку не показаний) і подальше зменшення рівня втрат часу виникає лише в діапазоні дуже високих α , коли поява “повільної” заявки перетворюється на маловірогідну подію.

Базовий принцип постановки АТЗ на профілактику — це досягнення ним певного пробігу і звільнення першого посту потокової лінії. Цей принцип слід було б вважати прийнятним лише у випадку, коли виконуються умови ефективної роботи персоналу і обладнання лінії. Такі умови подамо системою нерівностей

$$\Pi_e \geq [\Pi_e]; \Pi_3 \leq (1 - [\Pi_e]); \Pi_6 \leq [\Pi_6]; \quad (15)$$

де $[\Pi_e]$, $[\Pi_6]$ — допустимі значення показників ефективності лінії.

Якщо в розглянутих вище прикладах за допустимий прийняти рівень $[\Pi_e] = 0,5$, то, як засвідчує діаграма на рис. 3, комплектація парку АТЗ має задовольняти співвідношенню “швидких” заявок до “повільних” 3:10.

Альтернативою нерегульованому надходженню потоків заявок на профілактику стає їх примусове регулювання. Практично це досягається почерговим проведенням відповідних робіт АТЗ з різних груп без змішування різнорідних заявок на потоковій лінії. Зміна організаційного принципу приведе до виключення станів потокової лінії S_2, S_3, S_4, S_5, S_6 і S_7 (або можна вважати, що ймовірності їх появи стають близькими до нуля; $P_2 = \mathbf{K} P_7 \approx 0$). Тому граф, побудований для загального випадку міжстанових переходів на рис. 2 трансформується у чотиривершинний граф, показаний на рис. 4. На ньому дозволеними залишаються стани $S_{1(1)}$, $S_{1(2)}$, $S_{8(1)}$, $S_{8(2)}$. Перехід між парами вершин ($S_{1(1)}$, $S_{1(2)}$) та ($S_{8(1)}$, $S_{8(2)}$) виникає завдяки тому, що функції розподілу потоків стають складнішими. Крім переходів

Література

1. Чеснат Г. Техника больших систем (средства системотехники). — М.: Энергия, 1969. — 423 с.
2. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей. — М.: Транспорт, 1991. — 413 с.
3. Ильичев А.В., Волков В.Д., Грушанский В.А. Эффективность проектируемых элементов сложных систем. — М.: Высш. шк., 1982. — 280 с.
4. Дегтярев Ю.И. Исследование операций. — М.: Высшая школа, 1986. — 320 с.
5. Мастикаш О. Оптимізація параметрів шинного комплексу методами математичного моделювання // Машинознавство. — 2006. — №3. — С. 41—46.
6. Мастикаш О. Розроблення моделі профілактичного обслуговування різномаркових автомобілів на потоковій лінії // Тези доп. 8-го Міжнарод. симпоз. укр. інж.-мех. у Львові. — Львів: КІНПАТРИ ЛТД. — 2007. — С. 153—154.

Отримана 10.07.08

O. Mastykash

Mathematical design of service heterogeneous request on production line

National University „Lvivska Politechnika”, Lviv

Possibility of the developed mathematical model is appraised on the example of one of processes of technical exploitation - maintenance of heterogeneous requests on a production line. The sentinel aspect of motion of processes of prophylaxis of cars is select the article of design. Began to the flow requests on service considered stationary and combined, and a design task is limited two groups of stream of requests. As a result of working the identification chart of state of production line transition and calculation chart of design task is executed in form column for which the system of equalizations of Kolmogorova is made and the sequence of their calculation is offered. The example of possibility of the use of the offered method is considered for the decision of task of design of process of service.

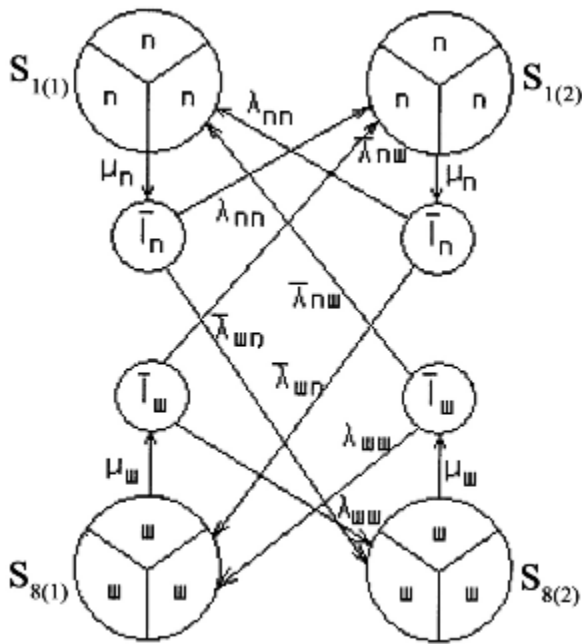


Рис. 4. Граф міжстанових переходів для випадку регулювання потоків заявок

усередині кожної пари вершин, у вузлах розподілу I_n і I_w мають бути генеровані потоки подій зміни об'єктів профілактики, тобто переходів від виконання “швидких” заявок до “повільних” і навпаки. Інтенсивності таких подій на схемі позначені λ_{nw} і λ_{wn} .

У загальному випадку функції розподілу потоків можуть бути різними і задані по різному. Звідси виникає наступна самостійна задача організації виробничого процесу — пошук раціональних законів переходу до профілактик на потоковій лінії чергової групи АТЗ.

IX Міжнародна конференція-виставка ПРОБЛЕМИ КОРОЗІЇ ТА ПРОТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ, “КОРОЗІЯ-2008”

10 — 2 червня 2008 р., Україна, м. Львів

Тематика конференції:

Фундаментальні аспекти корозії та корозійно-механічного руйнування.
Воднева та газова корозія.
Нові корозійнотривкі матеріали.
Газотермічні, гальванічні та інші покриття.
Інгібіторний та біоцидний захист.
Електрохімічний захист.
Методи досліджень і корозійний контроль.
Протикорозійний захист обладнання нафтогазової промисловості.
Протикорозійний захист енергетичного та хімічного обладнання.

Корозія та екологічні проблеми.
Проблеми підготовки спеціалістів-корозіоністів.

Поштова адреса:

Українська асоціація корозіоністів
Оргкомітет конференції-виставки
“Корозія-2008”
вул. Наукова, 5
79601, МСП, м. Львів,
Україна
Тел./факс: (0322) 63-15-77; (032) 229-62-44