

УДК 69.057

Кулік М.В.,
Запорізька державна інженерна академія**МОДЕЛЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ МЕХАНІЗАЦІЇ**

Стаття присвячена проблемам організаційно-технологічного моделювання систем механізації. Запропоновано класифікацію відновлювальних робіт. Виявлені фактори та особливості функціонування, що впливають на ресурсне забезпечення будівельного виробництва.

Ключові слова: *організаційно-технологічне моделювання, параметри, парк будівельних машин.*

Актуальність теми. Специфікою сучасної організації будівництва є підвищена концентрація засобів механізації в ущільнених умовах ведення будівельно–монтажних та спеціалізованих робіт. Така зосередженість основних виробничих фондів на будівельних майданчиках вимагає підвищеної уваги як до організаційно – технологічних рішень будівництва, так і до будівельної техніки. Таким чином, актуальними є питання, що пов'язані із моделюванням організаційно-технологічних параметрів раціонального використання систем механізації.

Метою дослідження є розробка алгоритму моделювання множини раціональних параметрів організаційно-технологічних процесів використання машин і механізмів будівельними організаціями.

Матеріал дослідження. Аналіз рекомендацій та висновків, що містяться в роботах вітчизняних авторів [1-6] та ін. авторів, виявив, що існуючі підходи до формування рівня механізації будівельних організацій не відображають сучасних тенденцій будівельної галузі та інвестиційної сфери в цілому. Проблема технічного обслуговування виникає на етапі експлуатації будь-якої технічної системи. Технічне обслуговування - це втручання (цілеспрямоване зовнішній вплив) в роботу системи, спрямоване на отримання максимального ефекту від експлуатації системи, тому проблема технічного обслуговування полягає в розробці оптимального процесу організації технічного обслуговування експлуатованої системи або оптимального процесу управління.

Об'єктом управління є технічна система, яка в кожний момент часу τ характеризується деяким станом $S(\tau)$ з безлічі можливих станів.

Функція $S(\tau)$ характеризує еволюцію системи в часі. Якщо система функціонує під впливом випадкових факторів, то еволюція станів технічної системи в часі описується деяким випадковим процесом $\Psi(\tau)$. Таким чином, в

математичній моделі об'єктом управління є процес $S(\tau)$ або $\Psi(\tau)$, що характеризує еволюцію станів системи в часі.

У завданнях технічного обслуговування (ТО) впливати на об'єкт, тобто управляти об'єктом, можна вибором строків проведення ТО і характером ТО. Характер ТО визначається глибиною відновлення. Глибина відновлення і терміни проведення цього відновлення визначають вид відновлювальної роботи. Для системи задається множина можливих в системі відновлювальних робіт.

В реальній ситуації відновлювальні роботи здійснюються не миттєво, а займають деякий час. Тому класифікацію доцільно провести по чинникам, які впливають на тривалість відновлювальної роботи:

- 1) момент початку відновлювальної роботи;
- 2) стан системи в момент початку проведення відновлювальної роботи;
- 3) стан системи до моменту закінчення відновлювальної роботи.

Якщо момент початку відновлювальної роботи відомий, то таку відновну роботу називають плановою. В іншому випадку роботу називають позаплановою. Якщо на початку відновлювальної роботи система була працездатною, то таку відновлювальну роботу називають попереджувальною, якщо ж система була непрацездатною, то роботу називають аварійною. Види відновлювальних робіт у відповідності до запропонованої класифікації наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Класифікація відновлювальних робіт

Глибина відновлення системи	Відновлювальні роботи з працездатною системою	Відновлювальні роботи з непрацездатною системою
Ніякого поновлення в системі не проводиться	Плановий (позаплановий) огляд або перевірка працездатності	
Проводиться повне оновлення	Планова (позапланова) попереджувальна профілактика	Плановий (позаплановий) аварійно-профілактичний ремонт системи
Проводиться оновлення частини системи	Планова (позапланова) попереджувальна профілактика частини системи	Плановий (позаплановий) аварійно-профілактичний ремонт частини системи

Мета ТО - отримання від експлуатації технічної системи максимального ефекту (максимального значення показника ефективності функціонування).

Величина ефекту залежить від еволюції процесу $\Psi(\tau)$, тому показник ефективності функціонування і ТО за $[0, t]$ є функціонал, побудований на траєкторіях процесу:

$$\Psi(\tau): Z = Z\{\Psi(\tau), \tau \in [0, t]\} \quad (1)$$

Так як показник Z є випадкова величина, то при постановці задачі оптимізації за критерій оптимізації вибирають

$$NZ = NZ\{\Psi(\tau), \tau \in [0, t]\} \quad (2)$$

Задача оптимізації - визначити правило вибору управлінь в залежності від еволюції процесу $\Psi(\tau)$ (тобто стратегію управління), що забезпечує максимальне значення функціонала якості функціонування NZ .

В даному випадку застосуємо апарат напівмарковських процесів для дослідження надійності досліджуваної системи.

Керований однорідний напівмарковський процес: $\Psi(\tau), \alpha(\tau), \Psi(\tau) \in M, \alpha(\tau) \in [0, +\infty]$ задається сімейством напівмарковських матриць $\{O_{ij}(\tau, \lambda)\}$

$$O_{ij}(\tau, \lambda) = R(\Psi(v) = a_j, v = v(i, j) < \tau / \Psi(0) = a_i, \alpha(0) = \lambda, \dots \dots \dots (3)$$

$$\beta_x(\tau / \Psi(0) = a_i, v_x = 0) = \sum_{j=1, H} O_{ij}(\tau, \lambda) \dots \dots \dots (4)$$

Опис еволюції керованого напівмарковських процесу $\Psi(\tau), \alpha(\tau)$ складається з наступних етапів:

- Визначається початковий стан $\Psi(0) = a_i$;
- Визначається управління $\alpha(0) = \lambda$;
- Визначається момент $v(i)$, момент виходу зі стану $a(i)$ і стан $a(j)$, куди перейде процес $v(i)$;
- Далі процес повторюється для стану $a(j)$ (в цьому випадку розподілу (3) і (4) визначають інтервал наступного переходу, відлічуваного від моменту $v(i)$; це справедливо внаслідок однорідності керованого процесу).

Розглянемо побудову функціоналу доходу. Відзначимо, що будь числова функція, упорядковуються стану процесу по відношенню більше-менше, є функціоналом доходу. Наприклад, чим більше об'єкт знаходиться в справному стані, тим краще. Звідси впливає, що коефіцієнт готовності може бути функціоналом доходу. Таким чином, функціонал доходу - це не обов'язково економічна категорія.

Нехай $\nu = \nu(i, j, \lambda)$ є час переходу процесу $\Psi(\tau)$ зі стану a_i в стан a_j , якщо на цьому періоді прийняти управління λ . Дохід від перебування процесу в стані a_i за час $0 \leq \tau \leq \nu$ визначається функцією $Y_{ij}(\tau, \nu, \lambda) > 0$. Повний дохід за весь час перебування в стані $Y_{ij}(\nu, \lambda) = Y_{ij}(\tau, \nu, \lambda)$

Якість прийнятої стратегії, яка визначається розподілом (3-4), характеризується функціоналом

$$Z(\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_H) = \lim_{t \rightarrow \infty} Z(\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_H, t) / t \quad (5)$$

$$Z(\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_H) = \sum_{j=1, H} \Omega_j \cdot \mu_j / \sum_{j=1, H} t_j \cdot \mu_j \quad (6)$$

$$Z(\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_H, t) = NZ(\Psi_l(\tau), \alpha_l(\tau), \tau \in [0, t]) \quad (7)$$

Структура функціоналу $Z(\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_H)$ є дробно-лінійний функціонал щодо функцій розподілу $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_H$ і має вигляд

$$\begin{aligned} Z(\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_H) = \\ \int \dots \int \hat{O}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_H) d\Theta_1(\lambda_1) \dots d\Theta_H(\lambda_H) : \\ \int \dots \int W(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_H) d\Theta_1(\lambda_1) \dots d\Theta_H(\lambda_H) \dots \dots \dots (8) \end{aligned}$$

При цьому, функції $\hat{O}(\lambda)$ і $W(\lambda)$: залежать тільки від функцій $Y_{ij}(\tau, \lambda)$ і $O_{ij}(\tau, \lambda)$, $i, j \in [1, \dots, H]$ і не залежать від розподілів $\{\Theta_r(\lambda)\}$ мають наступну імовірнісну інтерпретацію - функція $\hat{O}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_H)$ є умовне математичне очікування доходу на періоді між сусідніми моментами зміни станів керованого напівмарковських процесу за умови, що в стані a_i ($i = 1, 2, \dots, H$), приймається управління λ_i ; функція $W(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_H)$ є умовне математичне сподівання тривалості періоду зміни стану цього процесу при аналогічних умовах.

Структура екстремальних функцій визначається наступним чином. Нехай функції $\hat{O}(\lambda)$ і $W(\lambda)$ обмежені на будь-якому обмеженій множині і нехай $W(\lambda) > 0$, тоді, якщо існує максимум функціоналу по безлічі функцій розподілу U , для якого цей функціонал існує, тоді має місце рівність

$$\begin{aligned} \max_{\Theta \in U, \chi = [1, H]} Z(\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_H) = \\ = \max_{S \in Y(+), \chi = [1, H]} \hat{O}(S_1, S_2, \dots, S_H) / W(S_1, S_2, \dots, S_H) = \\ = \hat{O}(\lambda_1^*, \lambda_2^*, \dots, \lambda_H^*) / W(\lambda_1^*, \lambda_2^*, \dots, \lambda_H^*) \quad (9) \end{aligned}$$

Таким чином, визначення оптимальної стратегії (визначення величин λ_{γ}^*) зводиться до дослідження на екстремум функції \hat{O}^*/W^* .

Алгоритм рішення задачі включає в себе початкові дані (напівмарковська матриця $\{O_{ii}(\tau, \lambda)\}$ матриця функцій доходу $\{Y_{ii}(\tau, \lambda)\}$ і певну послідовність обчислень.

При нескінченній тривалості керування $t \rightarrow \infty$ якість стратегії характеризуємо межею

$$Z(\Theta) = \lim_{t \rightarrow \infty} Z(\Theta, t) / t \quad (10)$$

Структура функціоналу якості $Z(\Theta)$, що визначається рівністю (10), є ставлення математичного очікування доходу за період відновлення до середньої тривалості цього періоду і має вигляд дрібно-лінійного функціоналу щодо розподілу $\Theta(\lambda)$

$$Z(\Theta) = NY(S_j, \dots, S_H) / NS_t = \int \hat{O}(\lambda) d\hat{O}(\lambda) / \int W(\lambda) d\hat{O}(\lambda) \quad (11)$$

де S_t - тривалість періоду відновлення; S_j - сумарний час перебування процесу в стані a_j за період відновлення; $Y(S_j, \dots, S_H)$ - дохід за період відновлення, на якому часів перебування в станах a_j, \dots, a_H рівні відповідно S_j, \dots, S_H

Алгоритм рішення задачі оптимізації зводиться до визначення функції $\hat{O}(\lambda)$ - умовного математичного очікування доходу за період відновлення за умови, що прийнято керування λ ; функції $W(\lambda)$ - умовного математичного очікування тривалості періоду відновлення за умови, що прийнято керування λ ; точки λ^* максимуму функції $\hat{O}(\lambda)/W(\lambda)$ і величини цього максимуму $\hat{O}(\lambda^*)/W(\lambda^*)$

Висновки. Зазначимо, що ТО (проведення відновлювальних робіт) пов'язане, як правило, з перериванням процесу функціонування, займає якийсь час (стохастичний або детермінований) і не може здійснюватися безперервно, а реалізується періодично, тобто періоди функціонування чергуються з періодами технічного обслуговування (періодами проведення відновлювальних робіт). Таке управління називають дискретним.

Математичний апарат напівмарковських процесів, який було запропоновано, значно складніше, ніж математичний апарат марковських процесів. Наприклад, закони розподілу часу переходу зі стану в стан можуть бути довільними. На відміну від марковських процесів, область застосування яких для точного опису поведінки об'єкта обмежена, апарат напівмарковських процесів дає адекватний опис практично для будь-яких реальних систем.

Перелік використаної літератури

1. Дятлова Н.В. Модель определения экономически целесообразного способа обеспечения предприятия оборудованием // Экономика, менеджмент, организация. Управление проектами: Сб. научн. трудов. – Днепропетровск: Наука и образование, 2003. – Вып.3. – С.198-203.
2. Назаренко І.І. Технологія монтажу будівельних конструкцій / І.І. Назаренко, Г.С. Горобець. – К.: КНУБА, 2010. – 372 с.
3. Снитко Е. А. Влияние количества и качества используемых ресурсов на конечные показатели реализации строительного проекта / Е.А. Снитко // Будівництво. Наука. Проекти. Економіка. – 2008. – №1(9). – С. 59 – 64.
4. Тугай О.А. Застосування економіко-математичних методів для розподілу будівельних машин між ділянками робіт / О.А. Тугай // Збірник наукових праць «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин». – К.: КДТУБА, 1998. – Вип. 4. – С. 231–233.
5. Федоренко С.В. Визначення потреби у засобах механізації у практиці будівельного виробництва / С.В. Федоренко // Будівництво України. – К., 2002. – №6. – С.43-47.
6. Шевцова С.А. Управление парком машин и механизмов строительной организации / С.А. Шевцова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2003. – № 8. – С. 49–55.

Аннотация

Статья посвящена проблемам организационно-технологического моделированию систем механизации. Предложена классификация восстановительных работ. Выявлены факторы и особенности функционирования, влияющие на ресурсное обеспечение строительного производства.

Ключевые слова: организационно-технологическое моделирование, параметры, парк строительных машин.

Annotation

This article is devoted to the problems of organizational process modeling systems of mechanization. The classification reconstruction. Identified factors and features of functioning that affect resources for building production.

Keywords: organizational and technological modeling, parameters, park of construction machines.