

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПІДХОДУ СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

Аулін В.В., проф., Aulin52@mail.ru, Гриньків А.В.,
Центральноукраїнський національний технічний університет

Систему керуванням технічним станом будь-якого засобу транспорту (ЗТ), складають сукупність систем і агрегатів та ЗТ в цілому, програми управління технічним станом, що включають в себе моделі і алгоритми управління, засоби контролю, засоби технічного обслуговування (ТО) і ремонту (Р), а також обслуговуючий персонал.

Кожен з цих елементів має певне функціональне призначення. Обслуговуючий персонал і засоби ТО і Р представляють собою виконавчі органи. Засоби контролю разом із засобами обробки і передачі даних утворюють інформаційну підсистему.

Орієнтовна структурна схема адаптивної системи керування технічним станом ЗТ відображена на рисунку 1.

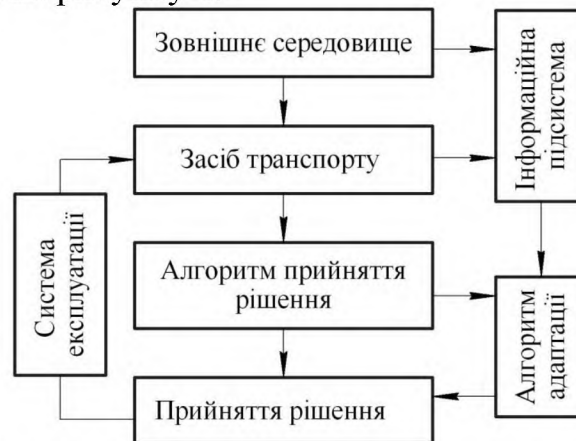


Рисунок 1. - Структурна схема адаптивної системи керування технічним станом ЗТ

Адаптивні системи розглядалися в роботах Барзиловича Є.Ю., Буравльова А.І. та інших [1,2], присвячених моделям технічного обслуговування складних систем, в яких наводиться формалізований опис, в основному, об'єктів авіаційної техніки.

При формуванні адаптивної системи технічної експлуатації парк N ЗТ розглядають однорідним або як однорідну сукупність. Технічний стан будь-якого ЗТ описується вектором $Z(t) \in Z$ кінцевого фазового простору $Z = \{0, \dots, l\}$, що має $l > 1$ різних станів. Оскільки процес зміни технічного стану можливо описати як випадковий процес, то його узагальнену характеристику приймаємо, як розподіл ймовірностей:

$$p_{\Omega}(t) = (p_0(t), p_1(t), \dots, p_r(t))^T \quad (1)$$

де $p_r(t) = p(s(t) = r / \Omega)$ - умовна ймовірність знаходження систем та агрега-

тів ЗТ в стані з номером r при фіксованих умовах Ω зовнішнього середовища [3].

Таким чином, система або агрегат, як елемент генеральної сукупності повністю характеризується наступним предикатом:

$$O_1 = \langle s, p_\Omega \rangle \quad (2)$$

При цьому наголошується, що мають справу з вибірками генеральної сукупності деяких систем та агрегатів ЗТ і оцінка їх станів проводиться по цій вибірці. Тому фактичний їх стан задається наступним чином:

$$O_2 = \langle N, s, p_\Omega^* \rangle \quad (3)$$

де $p_\Omega^* = (p_0^*, p_1^*, \dots, p_n^*)^T$ - вибірковий розподіл ймовірностей станів систем та агрегатів ЗТ.

Адаптивну систему керування технічним станом ЗТ уявімо у вигляді двох послідовно зв'язаних ймовірнісних автоматів $A = (A_1, A_2)$, які мають зворотній зв'язок (рис. 2).

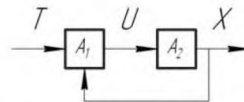


Рисунок 2 – Схема системи керування технічним станом ЗТ з використанням ймовірнісних автоматів A_1 і A_2 .

Перший ймовірнісний автомат $A_1 = \langle T, U, Z, \Phi, H \rangle$ реалізує вибір варіанту керування $u(t_n) \in U$ в момент часу $t_n, (n = 0, 1, \dots)$. Кожен варіант $u(t_n)$ реалізує деяку послідовність режимів експлуатації. Наприклад, варіант керування $u = (A_1, A_2, A_1)$ реалізує перехід ЗТ з режиму A_1 до режиму A_2 і потім знову повертання до режиму A_1 . Параметрами автомату є вхідний алфавіт $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$, тобто послідовність моментів часу, в які здійснюються вибір керування і його реалізація протягом часу $\tau \leq (t_n - t_{n-1})$. Вихідним алфавітом є $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, що містить набір різних варіантів керування. При цьому множина $Z = \{0, 1\}$ внутрішніх станів автомата, які залежать від вихідних реакцій автомату A_2 і множина $\Phi = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_v\}$ стохастичних функцій у перетворенні $\Phi: T \times Z \rightarrow U$ визначають правило вибору керування $u(t) = \varphi_r(t_n, Z(t_n))$. Участь стохастичної функції H у перетворенні станів автомата наступна: $H: T \times Z \times X \rightarrow Z$.

Ймовірнісний автомат $A_2 = \langle U, X, Z, F, B \rangle$ реалізує керування вектором технічного стану $Z(t)$. Вхідним алфавітом при цьому є множина керувань U , а вихідним - множина реакцій X на виконання цільових вимог, що пред'являються до програми технічної експлуатації.

Можна поставити у відповідність вихідні реакції автомата A_2 індикатор істинності предиката $\chi(t_n) = \chi(\Theta(t_n))$, що приймає значення 1 або 0 в залежності від виконання цільових вимог. Множиною внутрішніх станів автомата A_2 представляє множина $Z = \{0, \dots, 1\}$, а перетворення станів автомату $Z \times U \rightarrow Z$ здійснюється сімейством стохастичних матриць $\{B(u)\}$, які залежать від варіанту керування u технічним станом. При цьому вихідна реакція

автомату формується залежно від реалізованого керування і досягнутого стану за допомогою стохастичної функції:

$$\chi(t_n) = F(u(t_{n-1}), Z(t_n)) \quad (4)$$

Зворотний зв'язок між автоматами A_1 і A_2 здійснюється шляхом вибору реакції $\chi(t_n)$ в якості ознаки стану $Z(t_n)$ автомата A_1 :

$$Z(t_n) = \chi(t_n) \quad (5)$$

Отримані таким чином співвідношення і забезпечують керування технічним станом за принципом зворотного зв'язку. Для цього зазначимо, що необхідність в адаптивному управлінні технічним станом виникає тоді, коли неточно задана модель керування систем і агрегатів ЗТ або нечітко визначені цілі керування і не гарантована стабільність зовнішнього середовища. Всі ці три особливості в тій чи іншій мірі притаманні практиці експлуатації ЗТ. Разом з тим математична модель не може дати абсолютно достовірного уявлення про ЗТ, вона є лише образ реального технічного стану ЗТ, який уточнюється в процесі всього періоду експлуатації і одержуються нові дані [4].

Модель інформаційної системи забезпечує отримання з реальних об'єктів експлуатації вибіркового розподілу $U \times \Omega \rightarrow p_\Omega^*$ та його перетворення в оціночний функціонал $p_\Omega \times E \rightarrow R$, який характеризує якість керування, де E - ефективність функціонування ЗТ.

Сукупність розглянутих моделей представляє в цілому математичну модель адаптивної системи керування технічним станом ЗТ. Для її синтезу передбачається вирішення ряду завдань: 1) визначення моделі керування, на основі якої може бути порівняно просто і достатньо коректно синтезовано адаптивну систему керування технічним станом ЗТ; 2) вибір моделі і стратегії ТО і Р ЗТ; 3) побудова відповідних моделей та алгоритмів адаптивного керування технічним станом ЗТ в різних режимах експлуатації; 4) розроблення методів і алгоритмів контролю технічного стану ЗТ; 5) дослідження можливостей апаратних і програмних засобів керування технічним станом ЗТ та обґрунтування вимог до інформаційної підсистеми системи технічної експлуатації ЗТ.

Література

1. Буравльов А.И. Управление техническим состоянием динамических систем. – М.: Машиностроение, 1995. – 240с.
2. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем. М.: Высшая школа, 1982. – 231с.
3. Гриньків А.В. Використання методів прогнозування в керуванні технічним станом агрегатів та систем транспортних засобів / А.В. Гриньків// Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету, Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація - 2016. – 29. – С. 25-32
4. Аулін В.В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської і автотракторної техніки / В.В.Аулін, А.В.Гриньків // Вісник житомирського державного технологічного університету. Секція: Технічні науки. – 2016. - №2(77). – С.36-41.