

## ФАКТОРНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІМОВІРНОСТІ ВІДМОВ ЕЛЕКТРООБОЛАДНАННЯ

Бардик Є.І., к.т.н., доцент, Вожаков Р.В., асистент, Багнюк О.І., магістрант

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних станцій

**Вступ.** Надійність функціонування електрообладнання електричних станцій, підстанцій та електромереж в значній мірі залежить від його технічного стану. В процесі експлуатації в результаті дії різних факторів, режимів і умов роботи, вихідний технічний стан електрообладнання безперервно погіршується, зростає імовірність виникнення відмов. Одним з методів визначення імовірності відмови електрообладнання базується на обробці статистичної інформації щодо відмов парку однотипного, неремонтованого, невідновлюваного обладнання, коли за певний час напрацювання  $T_{nan}$  з певною періодичністю фіксується кількість відмов за певний проміжок часу для визначення інтенсивності відмов  $\lambda(t)$  та імовірності безвідмовної роботи  $P(t)$  [1]:

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{N \cdot \Delta t}, \quad P(t) = e^{-\int \lambda(t) dt},$$

де  $n(t)$  – кількість одиниць обладнання, що відмовило на інтервалі часу  $\Delta t$  (від  $t - \Delta t/2$  до  $t + \Delta t/2$ );  $N$  – загальна кількість спостерігаемого обладнання;  $\Delta t$  – інтервал часу.

Однак, така обробка статистичних даних не дозволяє визначити імовірність відмови електрообладнання від впливу того чи іншого фактора.

**Мета роботи.** Створення факторної моделі визначення імовірності відмов електрообладнання, яка б дозволила оцінити імовірність відмови від впливу конкретного фактора.

**Матеріали і результати досліджень.** Розглянемо парк електрообладнання на часовому відрізку  $T_{nan}$  з розбивкою на  $k$  інтервалів (рис. 1). По зафіксованим напрацюванням кожної одиниці обладнання, яке відмовило, в залежності від різних факторів будувались гістограми.

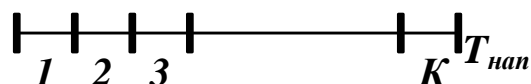


Рисунок 1 – Інтервали часу терміну напрацювання

Тоді інтервальна інтенсивність відмови за  $i$ -тою причиною (фактором) розраховується за формулою:

$$\lambda_{ik} = \frac{n_i(t)}{N \cdot \Delta t_k}, \quad i = \overline{1, m},$$

де  $n_i(t)$  – кількість одиниць електрообладнання, що відмовила під впливом  $i$ -того фактора на  $k$ -тому інтервалі часу;  $N$  – загальна кількість одиниць електрообладнання, що спостерігалась за час напрацювання  $T_{nan}$ ;  $\Delta t_k$  – розглядаємий інтервал часу;  $m$  – кількість факторів, що можуть привести до відмови спостерігаемого електрообладнання.

Використавши, наприклад, метод найменших квадратів, за інтервальними значеннями можна отримати аналітичні вирази для інтенсивності відмов від впливу кожного фактора:

$$\lambda_i = \alpha_i \delta_i \cdot t^{\delta_i - 1},$$

де  $\alpha_i$ ,  $\delta_i$  – постійні коефіцієнти, параметри розподілу Вейбулла

В результаті можна визначити імовірність відмови від впливу  $i$ -того фактора:

$$P_i(t) = e^{-\int \lambda_i(t) dt}.$$

Інтенсивність відмови електрообладнання з урахуванням впливу  $m$  факторів:

$$\lambda_0(t) = \sum_{i=1}^m \alpha_i \delta_i \cdot t^{\delta_i - 1}.$$

Імовірність безвідмовної роботи при цьому визначається як:

$$P_0(t) = e^{-\int \lambda_0(t) dt}$$

Залежність  $\lambda_0(t)$  є базовою для всієї сукупності однотипного обладнання, в ній не враховуються різний вплив реальних умов експлуатації конкретної одиниці обладнання [2]. Це можна врахувати коригуванням базової залежності  $\lambda_0(t)$  наступним чином:

$$\lambda(t, y(t)) = \lambda_0(t) \cdot e^{\sum a_j y_j(t)}$$

де  $a_j$  – вагові коефіцієнти;  $y_j(t)$  – змінні фактори впливу на функцію інтенсивності відмови. Якщо  $a_j = 0$ , то фактор  $y_j(t)$  не має впливу, чим більше значення коефіцієнту  $a_j$ , тим більше впливає  $y_j(t)$  на ризик відмови. Коефіцієнти  $a_j$  визначаються переважно експертним шляхом.

Для обґрунтованого визначення режимів експлуатації та планування технічного обслуговування і ремонту, необхідно мати відповідний критерій, за якого рівень надійності  $P(t)$  повинен бути більшим, ніж заданий  $P_3(t)$  [3]

$$P(t, y(t)) = e^{-\int \lambda_0(t) \cdot e^{\sum a_j y_j(t)} dt} = e^{-\int \sum_{i=1}^m \alpha_i \delta_i \cdot t^{\delta_i-1} \cdot e^{\sum a_j y_j(t)} dt} \geq P_3$$

Це дозволить сформулювати необхідні дії щодо забезпечення належного рівня надійності об'єкта: планування технічного обслуговування і ремонту, заміни, полегшення режимів роботи і інше.

#### **Висновки:**

1. Для ефективного управління експлуатацією високотехнологічного обладнання електростанцій необхідне проведення аналізу факторів, які в найбільшій мірі впливають на рівень пошкодження електрообладнання.

2. Запропонована факторна модель оцінки імовірності відмов електрообладнання дозволяє виявити найбільш слабкі за надійністю вузли електрообладнання та на цій основі сформулювати відповідні превентивні заходи, щодо стратегії технічного обслуговування і ремонту.

#### **Перелік посилань**

1. Назарычев А.Н. Методы и математические модели комплексной оценки технического состояния электрооборудования / А.Н. Назарычев, Д.А. Андреев.– Иваново: Иван. гос. энерг. ун-т, 2005.–224 с.

2. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем.–М.: Высшая школа, 1982.–231с.

3. Endrenyi, J. The present status of maintenance strategies and the impact of maintenance on reliability/ power Systems, IEEE Transactions, Volume 16, Issue 4, 2001.–p.638-646

4. Risk-Based Maintenance Allocation and Scheduling for Bulk Transmission System Equipment/ Final Project Report/ PSERC Publication 03-26, 2003.–p.78