

Удосконалення методів моделювання ремонтних циклів енергоблоків АЕС на підставі експлуатаційних характеристик функціонального стану устаткування.



Рішення задачі підвищення надійності енергоблоків АЕС, яка визначається ремонтними циклами і тривалістю ремонту з усіх його видів є актуальним завданням як в процесі проектування і виготовлення устаткування, так і в процесі його експлуатації. Саме ця обставина обумовлює нагальну необхідність включення в існуючі математичні (імітаційні) моделі енергоустановок логіко-числових операторів діагностики та розрахунку надійності стану устаткування та розрахунку показників ефективності ремонтних циклів. Розглядаючи концепцію оцінки надійності енергоблоків АЕС, з урахуванням ремонтного обслуговування, слід зазначити, що вона повинна включати такі фактори: визначення фізичних властивостей: власне устаткування, його деталей та вузлів, тобто визначення його ресурсних характеристик, які, в свою чергу, визначають ремонтні цикли; характеристики ремонтпридатності устаткування та енергоблока в цілому, які визначаються їх конструкцією і компонованням, що зумовлює тривалість ремонту з усіх його видів; характеристики якості ремонтів, що впливають на ремонтні цикли в частині позапланових аварійних зупинок через якість ремонтів енергоблоків АЕС, що вносять відповідні зміни в планові ремонтні цикли.

Завдання проекту управління надійності обладнання

Цілі проекту



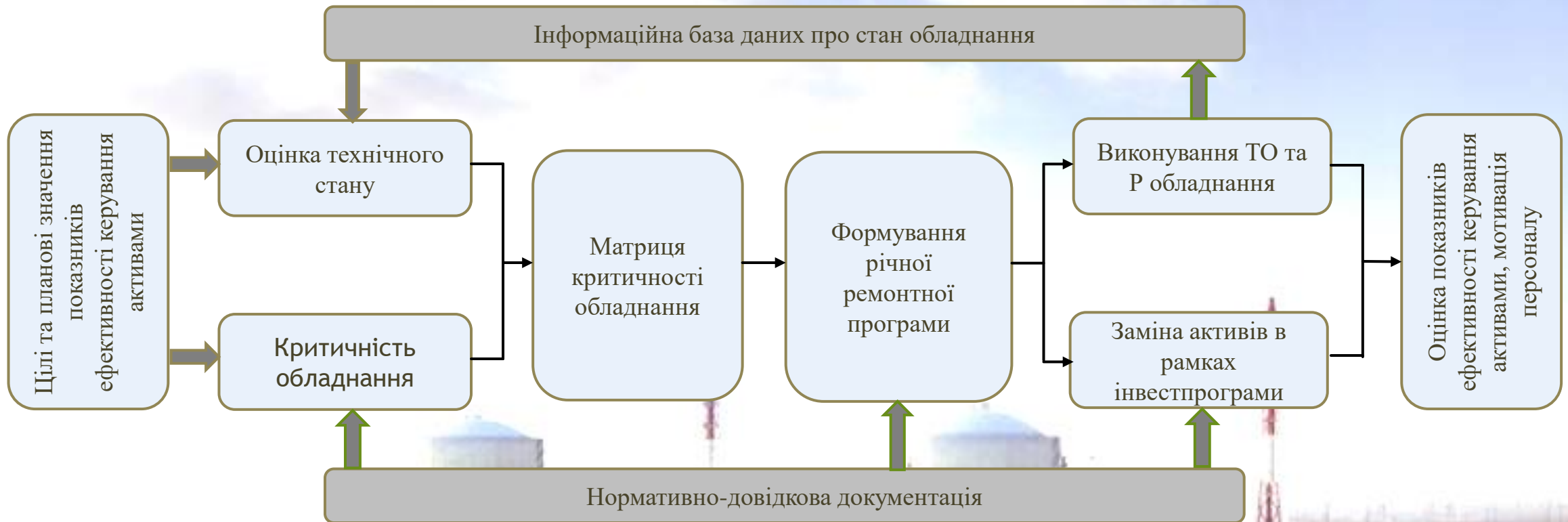
- ▶ Будівля єдиної бази обладнання інтегрованою з бухгалтерським обліком
- ▶ Урахування аварійності обладнання
- ▶ Урахування напрацювання обладнання
- ▶ Виробляти ранжування обладнання з урахуванням його надійності відповідно з його станом та аварійності
- ▶ Планування ремонтів та матеріалів
- ▶ Аналіз виконаних ремонтів
- ▶ Урахування та аналіз витрат

Загальні рішення дозволяють перейти в єдину інформаційну систему та забезпечують



- ▶ Скорочення термінів та трудовитрат при плануванні заходів ТО та Р
- ▶ Підвищення якості планування ремонтів
- ▶ Керування ремонтним бюджетом
- ▶ Оперативне проведення оцінки стану обладнання та наслідків його виходу з ладу
- ▶ Оперативне проведення аналізу дефектів та аварійності на обладнанні

Цільовий процес Технічного Обслуговування та Ремонту



Розрахунок технічного стану обладнання

- Оцінка індексу технічного стану обладнання (ІС) визначається по формулі

$$ІС = \frac{\sum(w_i \times v_i)}{100}, \text{ де}$$

W – значимість характеристик в надійності обладнання, %. Визначається експертно в діапазоні від 5% до 100% з кроком який дорівнює 5%. Сума значень усіх характеристик становить 100%;

V – індекс характеристики обладнання – це показник одній із характеристик обладнання, вказуючий на його відповідність нормативним вимогам. Величина стану характеристики обладнання знаходиться в діапазоні від 0 (невідповідність) до 1 (повна відповідність), визначається по формулі:

$$V = \frac{(n_{\max} - n)}{(n_{\max} - n_{\min})}, \text{ де}$$

n_{max} – максимально гранично-можливе фізичне значення характеристики стосовно до конкретного виду обладнання, визначається нормативними документами та технічними експертами;

n_{min} – мінімально гранично-можливе фізичне значення характеристики стосовно до конкретного виду обладнання, визначається нормативними документами та технічними експертами;

n - фактичне значення характеристики в точці вимірювання/лічильнику

Кожен критерій (V) ранжується в залежності від значення по зонам:

0 – 0,35 – червона зона

0,36 – 0,7 – жовта зона

0,71 – 1 – зелена зона



Розрахунок критичності обладнання

Розрахунок технічного стану для вищого обладнання

$IC = 1 - (U_{cr1} \cdot (1 - IC_1) + U_{cr2} \cdot (1 - IC_2) + U_{crn} \cdot (1 - IC_n))$, де

$IC_{1...n}$ – індекс технічного стану кожної складової частини обладнання

$U_{cr1...n}$ - важливість кожної із складових частин обладнання

Критичність обладнання розраховується виходячи із пріоритету при реєстрації дефекту/аварії.

Розподіл пріоритетів при аварії:

Дуже високий – 0,2

Високий – 0,15

Середній – 0,1

Низький – 0,05

Розподіл пріоритетів при дефекті:

Дуже високий – 0,05

Високий – 0,025

Середній – 0,012

Низький – 0,005

При реєстрації критичності обладнання підвищується на вказаний коефіцієнт по формулі:

$K_p = 0,5 + \sum ПР1$, де $\sum ПР1$ – сума по пріоритетам із сповіщення за 1-й місяць

$K_p = 0,5 + (\sum ПР1 + \sum ПР2)/2$, де $\sum ПР2$ - сума по пріоритетам із сповіщення за 2-й місяць і т.д.

Критичність вищої одиниці обладнання визначається по формулі:

$$K_p = U_{cr1} \cdot K_{p1} + U_{cr2} \cdot K_{p2} + U_{crn} \cdot K_{pn}$$

По цій формулі розраховуються усі вищі одиниці, але для відображення та розрахунків в матриці необхідно до розрахункового коефіцієнту додати $\sum ПР1$ (перший місяць), $(\sum ПР1 + \sum ПР2)/2$ (другий місяць) та т.д. (при створенні сповіщень на вищу ЕО)

Максимальне значення не повинне перевищувати 0,95.

Розрахунок технічного стану обладнання з урахуванням його критичності

IC обладнання знижується при реєстрації дефекту/аварії:

При виникненні аварії дорівнює нулю

При виникненні дефекту визначається по формулі

$$IC_p = (1 - IC) + \sum ПР1$$

$$IC_p = (1 - IC) + (\sum ПР1 + \sum ПР2)/2 \text{ (аналогічно критичності)}$$

Розрахунок критичності обладнання/матриці критичності

IC_p – вищого розраховується аналогічно IC :

$$IC_p = (U_{ст1} \cdot IC_{p1} + U_{ст2} \cdot IC_{p2} + U_{стn} \cdot IC_{pn}),$$

Для відображення та розрахунку в матриці необхідно до розрахункового коефіцієнту додати $\sum ПР1$ (перший місяць), $(\sum ПР1 + \sum ПР2)/2$ (другий місяць) та т.д. (при створенні сповіщень на вищу ЕО), максимальне значення не повинне перевищувати 0,95.

Після усунення дефекту та закриття сповіщення значення IC_p відновлюється.

Отримані значення використовуються для розрахунку матриці критичності

В рамках визначення зон проводиться ранжування обладнання, яке визначається по формулі:

$$A = (1 - IC) \cdot x = \sqrt{(1 - IC)^2 + K^2 p} + K_p, \text{ де}$$

K_p – критичність обладнання

На основі отриманого значення будується послідовність ремонтів обладнання в кожній зоні.

Ранжування обладнання, виходячи із отриманого значення:

$A \leq 0,58$ – обладнання знаходиться в зеленій зоні

$0,58 < A \leq 0,86$ - обладнання знаходиться в жовтій зоні

$0,86 < A \leq 5$ – обладнання знаходиться в червоній зоні

Визначення надійності обладнання

$$N = 1 - \frac{A}{\sqrt{2 + K_p}} \cdot$$

Розрахунок коефіцієнта важливості обладнання

В системі створюються ЕО та ТМ в ієрархічному вигляді

Кожному об'єкту (ЕО, ТМ) привласнюється коефіцієнт важливості ($U_{ст}$) до вищого об'єкту.

Сума усіх підвладних коефіцієнтів (ЕО, ТМ) до вищого об'єкту дорівнює «1»

При додаванні /видаленні нового об'єкта (ЕО, ТМ) значення решти розраховуються автоматично

Автоматичний розрахунок:

$$U = U_{ст} \cdot (1 - \sum U_{ст}) / \sum U_{ст} + U_{ст}$$

Цільовий процес

