



Київський інститут залізничного транспорту
Факультет інфраструктури і рухомого складу залізниць
Кафедра «Автоматизація та комп'ютерно – інтегровані технології
транспорту»

Магістерська атестаційна робота

На тему: «Дослідження технічних засобів системи контролю і діагностики тягових підстанцій»

1

Виконав: Стрілець В.О.

Керівник: к.т.н., доцент Кульбовський І.І.

Актуальність та наукова новизна роботи

2

Актуальність теми дослідження. Питання забезпечення надійної, економічної та якісної роботи залізниці вирішується великою мірою шляхом організації безперебійного постачання її електричною енергією від тягових підстанцій (ТП), що вимагає проведення їх комплексної автоматизації та інформатизації. Необхідне також впровадження сучасних інтегрованих комп'ютерних систем і технологій для моніторингу режимів, обліку електроенергії та діагностування стану обладнання електричних мереж на базі реєстрації доаварійних, аварійних та післяаварійних режимів їхнього функціонування з фіксацією роботи систем релейного захисту і автоматики та можливістю передачі експрес-аварійної інформації на всі рівні керування.

Наукова новизна роботи. Створення і впровадження комплексних систем моніторингу та діагностування обладнання тягових підстанцій.

Практична цінність роботи. Перехід на цифрові технології знімання та обробки інформації про електричні навантаження

Мета, об'єкт та предмет дослідження

Мета роботи. Дослідження діагностичного контролю силового електрообладнання тягових підстанцій, розроблення процесно-орієнтованого підходу діагностування та прогнозування технічного стану електрообладнання тягової підстанції в умовах експлуатації, визначення методів комплексної діагностики силових трансформаторів тягових підстанцій

Об'єкт дослідження. Процес організації системи контролю і діагностики тягових підстанцій

Предмет дослідження. Принципи побудови системи контролю і діагностики тягових підстанцій

Задачі дослідження

- Аналіз засобів контролю технічного стану та сучасних методів діагностування електрообладнання тягових підстанцій
- Розробка процесно-орієнтованого підходу діагностування та прогнозування технічного стану електрообладнання тягових підстанцій в умовах експлуатації
- Обґрунтування основних напрямів удосконалення діагностування силових трансформаторів тягових підстанцій
- Організація системи моніторингу силових трансформаторів

Основні небезпечні впливи на високовольтний трансформатор

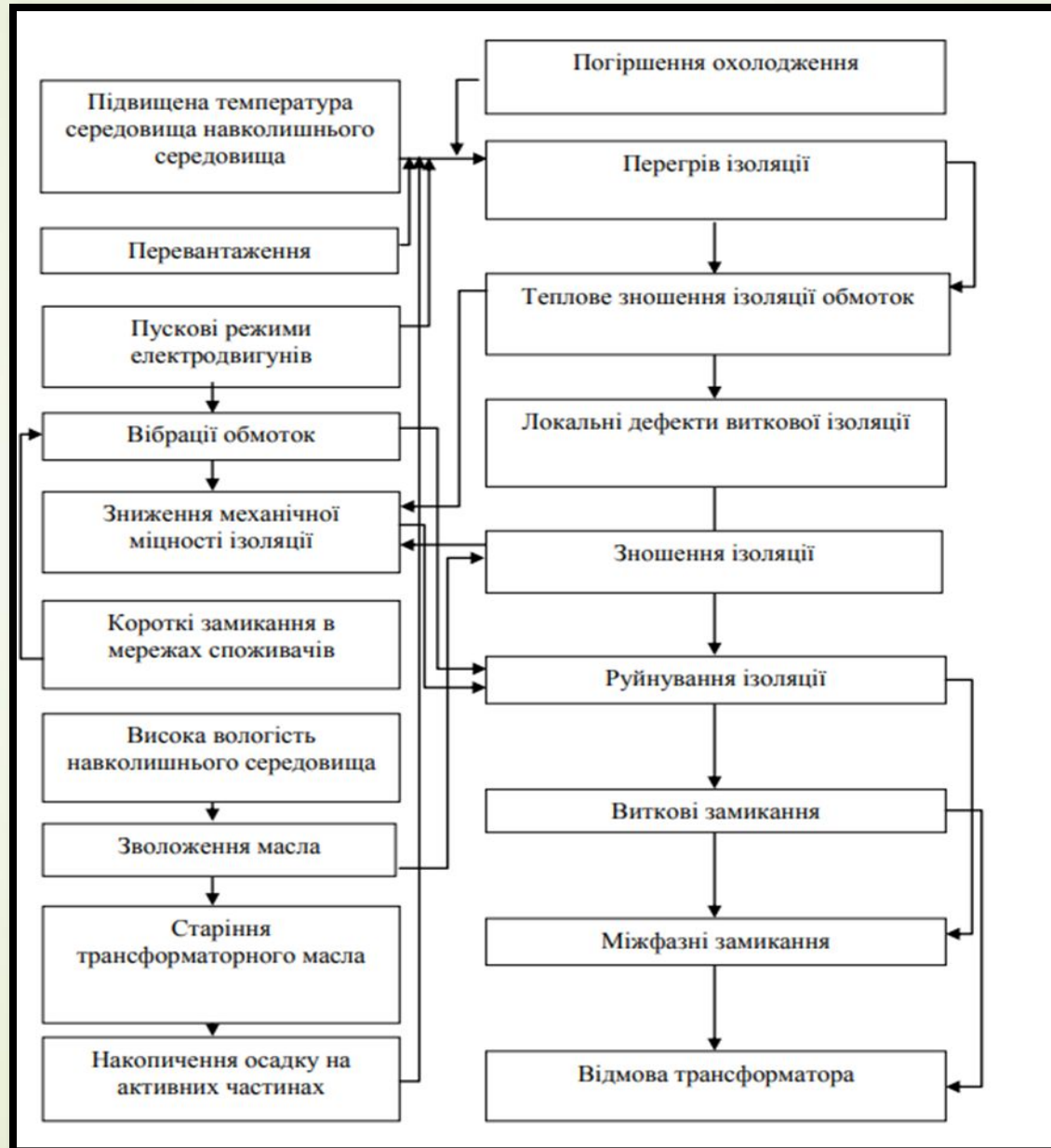
5

Високовольтне електрообладнання (силові трансформатори, трансформатори струму і напруги, високовольтні вимикачі та засоби захисту від перенапруг) тягових підстанцій (ТП) є найважливішим обладнанням в системі тягового електропостачання.



Структурна схема причин і наслідків пошкодження елементів конструкції силових трансформаторів

6



Моніторинг в енергетиці – спеціально організоване систематичне автоматичне спостереження за технологічними процесами в енергетиці з оцінкою або без оцінки їхнього стану.

Основні завдання процесу моніторингу:

- негайне, в режимі on-line, забезпечення інформацією в необхідному, інколи досить малому реальному часі автоматичного керування (автоматичного регулювання, автоматики, релейного захисту, стеження та ін.);
- негайне, в режимі on-line, забезпечення інформацією автоматизованого та ручного оперативно-диспетчерського керування;
- накопичення даних, створення баз даних, баз знань, архівів;
- проведення ретроспективного (тенденції, напрями, оцінки розвитку), поточного (спостереження, контроль, діагностика, розпізнавання образів) та перспективного (прогноз, планування) аналізу ситуацій та оцінка стану об'єктів моніторингу;
- організація передачі та обміну моніторинговою інформацією між об'єктами та суб'єктами, що мають відношення до технологічних процесів в електроенергетиці.

Методика дослідження показників діагностування обладнання тягових підстанцій

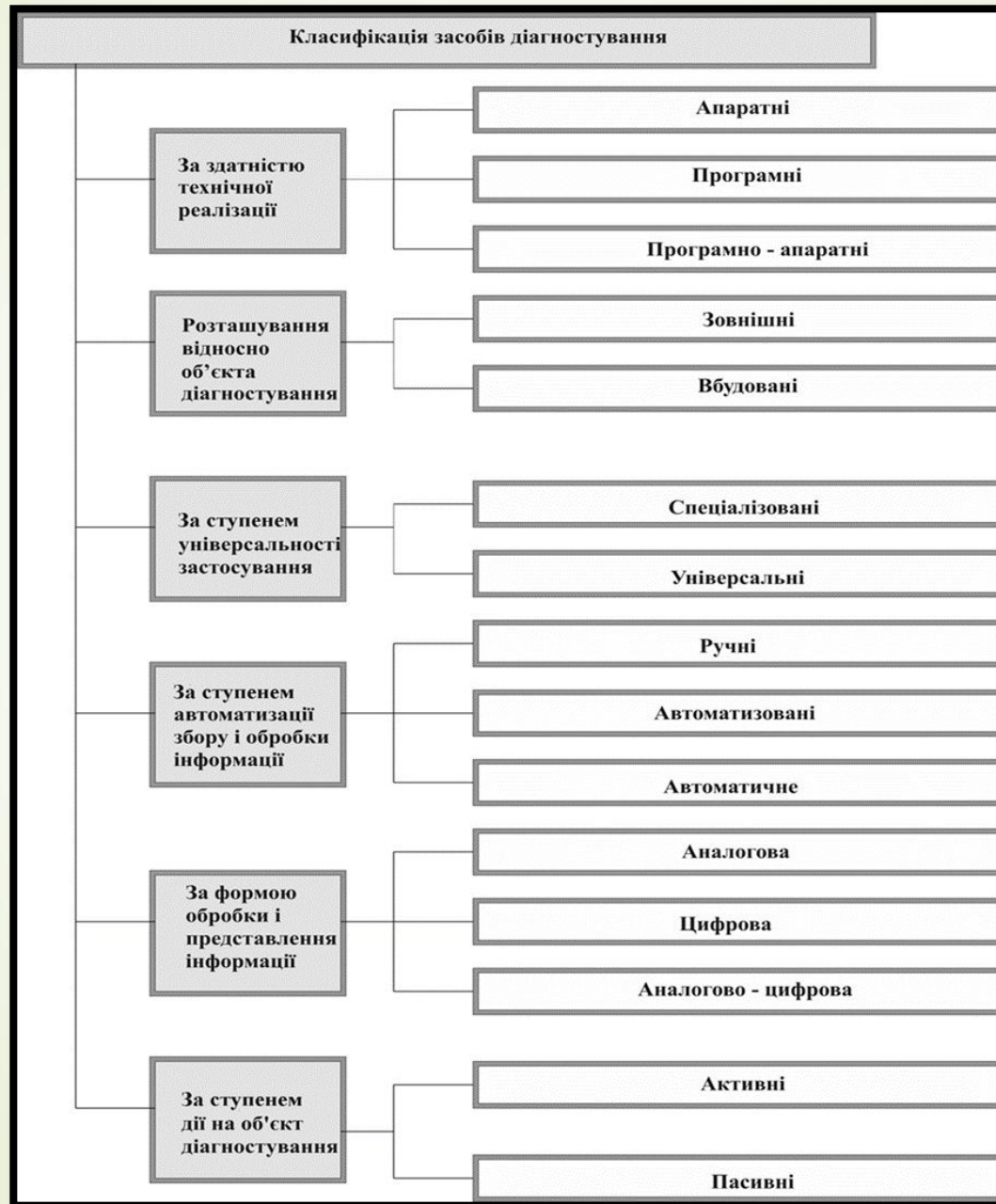
Стандартом встановлюються такі показники діагностування:

- ймовірність помилки діагностування P_{ij} ;
- апостеріорна ймовірність помилки діагностування P_{aij} ;
- ймовірність достовірного діагностування (достовірність контролю) D ;
- середня оперативна тривалість діагностування $T_{д}$;
- середня вартість діагностування $C_{д}$;
- середні оперативні трудовитрати на діагностування $S_{д}$.

Показники діагностування визначаються в ході проектування, випробувань і експлуатації системи діагностування. Показники включаються в технічне завдання на виріб та нормуються.

Класифікація технічних засобів діагностування

9

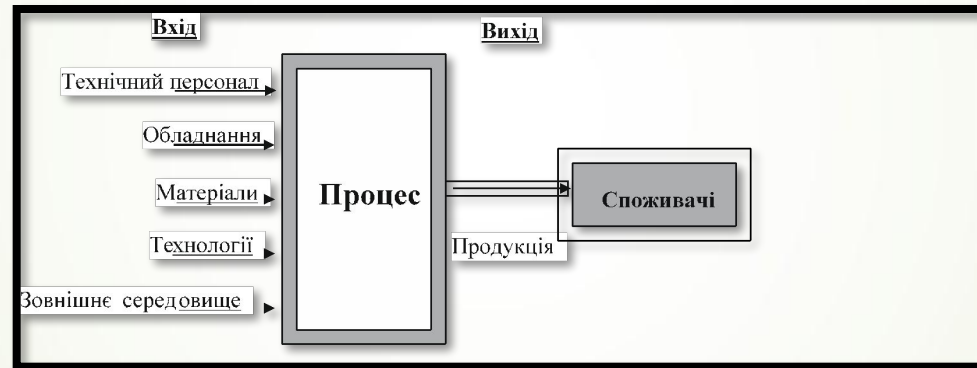


Методи діагностування силового електрообладнання системи тягового електропостачання є такі:

- для силових трансформаторів – хроматографічний аналіз газів, розчинених у маслі; температурний контроль; контроль зносу контактів РПН; тепловізійний контроль трансформатора; реєстрація часткових розрядів в ізоляції;
- вимикачів високої напруги – контроль комутаційного й механічного ресурсу; оцінка стану контактної системи; контроль характеристик приводу; контроль стану ізоляторів; контроль витоків дугогасного середовища (повітря, елегаз);
- розподільного пристрою і струмопроводу – тепловізійний контроль стану електричних контактів та ізоляторів; дуговий захист;
- електродвигунів – діагностика обриву стержнів короткозамкненого ротора; контроль виткових замикань; вібраційний контроль обмотки статора; контроль підшипникового вузла; контроль і захист від неуспішних пусків; контроль ексцентриситету повітряного зазору між ротором і статором; контроль неповнофазних режимів; контроль напрямку обертання; безперервний селективний контроль активного опору ізоляції; температурний контроль; оцінка витрати ресурсу на основі контролю пускових і тривалих режимів роботи;
- повітряних та кабельних ліній – дистанційна тепловізійна діагностика контактів і підвісної ізоляції; контроль часткових розрядів; діагностика опор ЛЕП; контроль стану ізоляції кабелів.

Розробка процесно-орієнтованого підходу діагностування та прогнозування технічного стану електрообладнання тягових підстанцій в умовах експлуатації

Процесно-орієнтований підхід полягає в тому, що організація розглядається як система взаємопов'язаних видів діяльності. Застосування в організації системи процесів разом з їх ідентифікацією та взаємодією, а також менеджмент процесів спрямований на отримання бажаного результату. Сам процес – це сукупність взаємопов'язаних видів діяльності з метою перетворення входів у виходи.



Структурна схема процесно-орієнтованого підходу

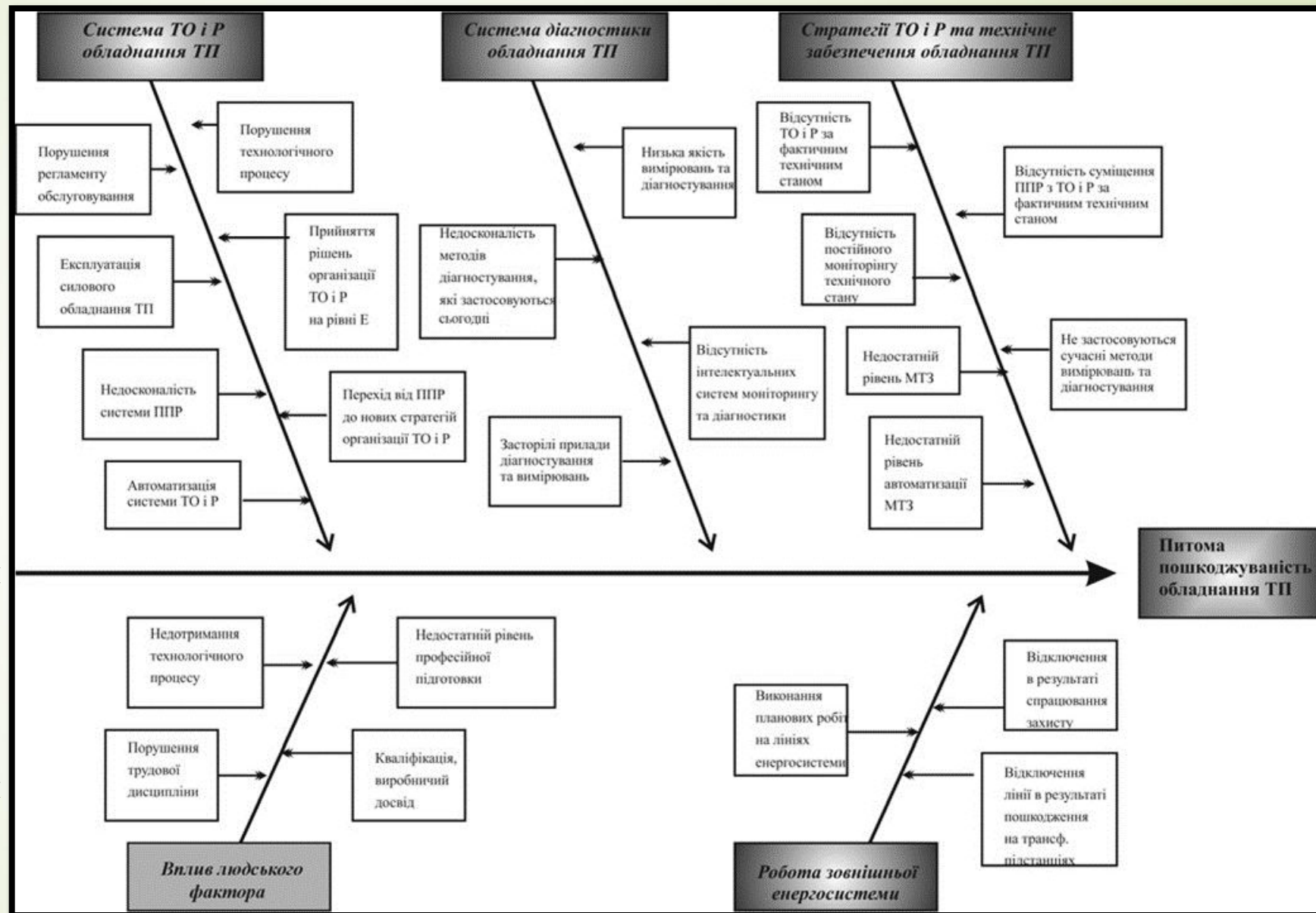
Застосування процесного підходу діагностування та ТО і Р силового електрообладнання ТП дозволить виявити фактори, що впливають на якість їх функціонування за допомогою різних методів (математичних, статистичних, оптимізаційних, експертних), а також дозволить вдосконалити процес ТО і Р за рахунок впровадження новітніх технологій та методів моніторингу, діагностики, ТО і Р та підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Згідно з теорією К. Ісікави та враховуючи проведені дослідження, надійне функціонування ТП можна оцінити питомою пошкоджуваністю обладнання, яка вказує на основні порушення нормальної роботи ТП за рахунок недосконалості:

- системи ТО і Р пристроїв ТП;
- системи діагностики ТП;
- технічного забезпечення та методів ТО і Р пристроїв ТП;
- роботи зовнішньої енергосистеми;
- людського фактора.

Враховуючи розглянуте, побудуємо причинно-наслідкову діаграму Ісікави аналізу порушень у роботі тягової підстанції.

Причинно-наслідкова діаграма Ісікави показує найбільш вагомні фактори, які впливають на порушення нормальної роботи обладнання. Як бачимо до них можна віднести: недоліки методів вимірювання та діагностування, недосконалість системи ПЗР, відсутність сучасного інструментарію діагностування параметрів роботи обладнання ТП, недостатній рівень автоматизації процесів діагностування та ТО і Р, відсутність сучасних вимірювальних приладів для виконання якісних робіт з діагностування обладнання.



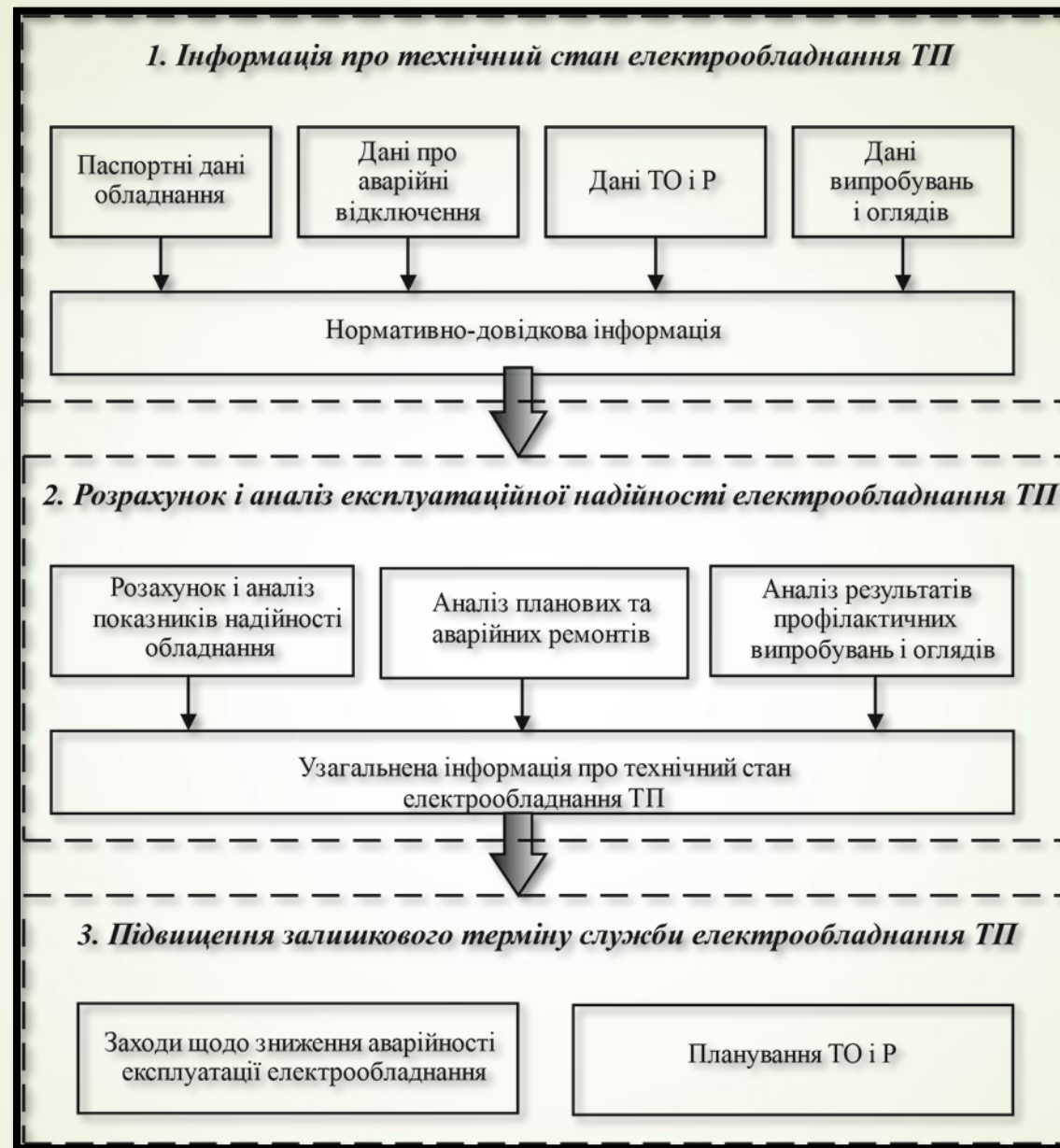
Розвиток інтелектуальних систем безперервного контролю та діагностування силового електрообладнання тягових підстанцій

14

Застосування інтелектуальних систем безперервного контролю та діагностування (ІСМД) у світовій практиці стало загальноприйнятим при модернізації діючих та будівництві нових підстанцій. Однак існуючий підхід до впровадження ІСМД зводиться в більшості випадків тільки до діагностування індивідуально силового електрообладнання (трансформатори, автотрансформатори, реактори) або до впровадження розрізнених систем діагностики силового, вимірювального, захисного обладнання.

Провівши аналіз, пропонуємо структуру системи збору та обробки інформації ІСМД яка складається з таких взаємопов'язаних підсистем (програмних комплексів), в основу їх покладено єдине інформаційнотехнічне забезпечення, що відображає специфіку їх функціонування:

- інформація про фактичний технічний стан електрообладнання ТП;
- розрахунок і аналіз експлуатаційної надійності обладнання;
- підвищення залишкового терміну служби силового обладнання ТП.



Структура системи збору та обробки інформації ІСМД ТП

З урахуванням запропанованої системи збору та обробки інформації можна розглянути варіант ІМСД безперервного контролю та оцінки фактичного технічного стану силового електрообладнання тягової підстанції

АТ – автотрансформатор;

ШР – шунтуючий реактор;

ТС – трансформатор струму;

ТН – трансформатор напруги;

В.Вим. – високовольтний вимикач;

ОПН – обмежувач перенапруги;

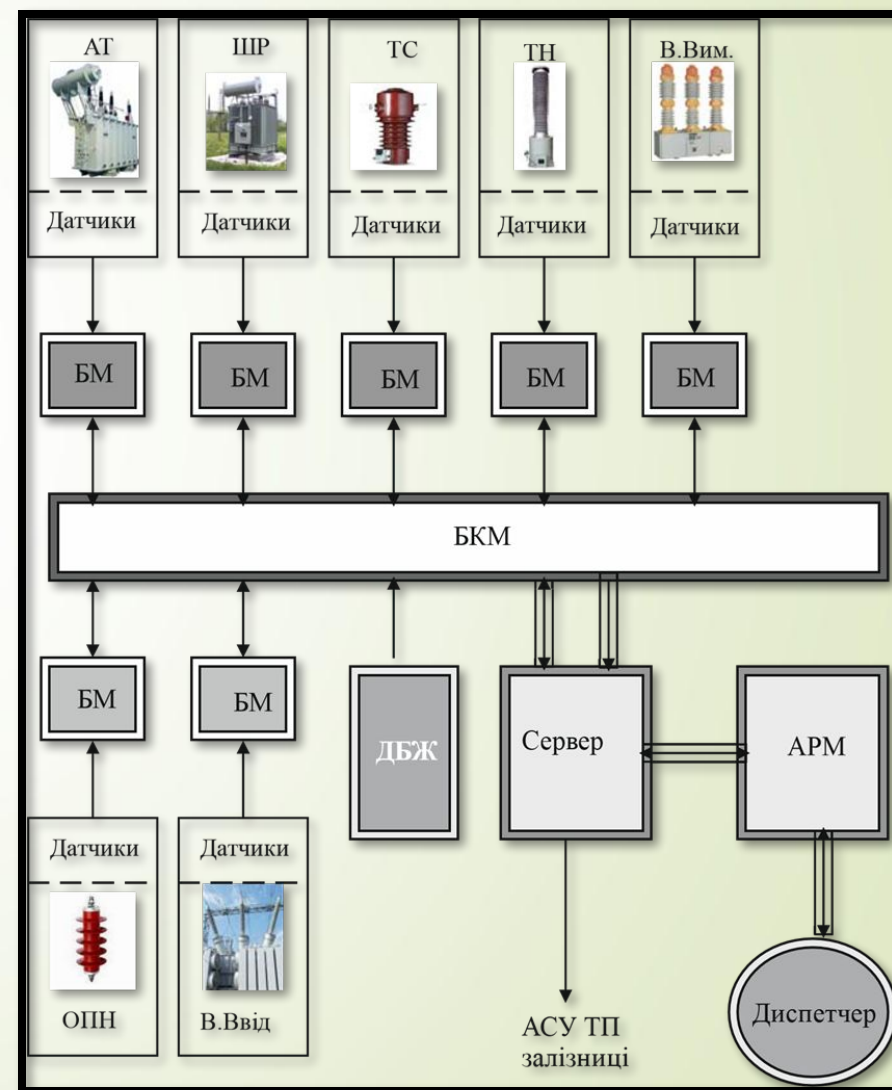
В.Ввід - високовольтний ввід;

БМ – блок моніторингу;

БКМ – блок концентрації мережі;

ДБЖ – джерело безперервного живлення;

АРМ – автоматизоване робоче місце



Організація системи моніторингу силових трансформаторів

17

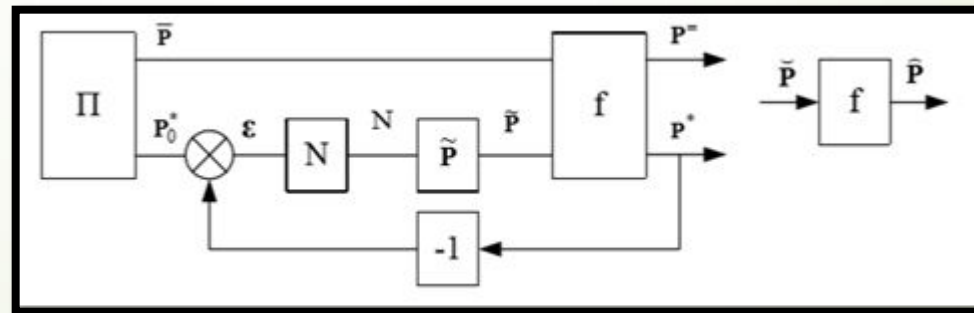
- Математичну модель трансформатора W можна представити як:

$$W = \langle P, F \rangle, \quad (2.17)$$

$$P = \{P_i \mid P_i \in P \subset \mathfrak{R} \wedge P_i = P_i(\mathbf{F})\}, \quad (2.18)$$

$$F = \{F_i \mid F_i \in F \wedge F_i(\mathbf{P}) = \text{true}\}. \quad (2.19)$$

Завдання пошуку рішення полягає в тому, щоб визначити значення всіх змінних множини \tilde{P} при фіксованих значеннях множини \bar{P} , які б забезпечили збіг значень змінних множини P^* : з тими значеннями P_0^* , які відповідають проектним даним при довільних значеннях змінних множини P^- .

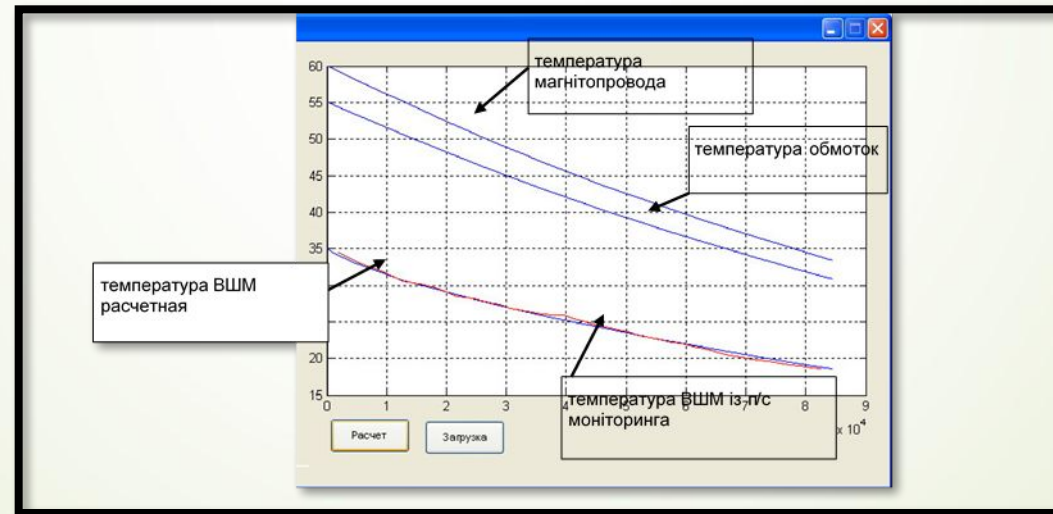


Структурна схема підсистеми контролю стану трансформатора

□ Математичну модель трансформатора W можна представити як:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{N^*} \left(\frac{P_{i0}^* - P_i^*}{P_{i0}^*} \right)^2}{N^*}$$

Завдання пошуку рішення полягає в тому, щоб знайти значення всіх змінних множини \tilde{P} при фіксованих значеннях множини \bar{P} , які б забезпечили збіг значень змінних множини P^* : з тими значеннями P_0^* , які відповідають проектним даним при довільних значеннях змінних множини P^- .

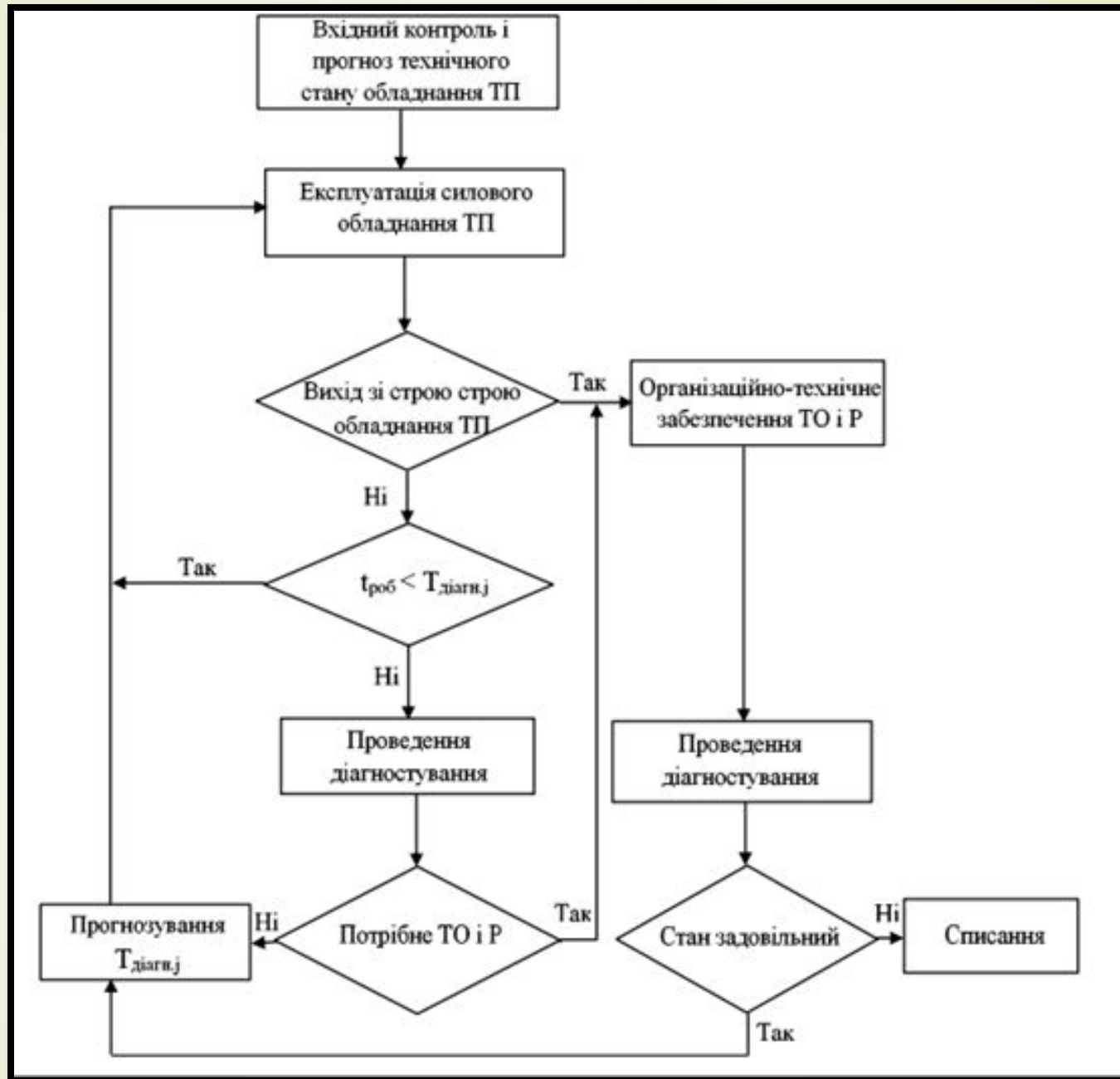


Декілька кривих зміни температури побудовані на основі даних моніторингу

Для пошуку уточненого значення коефіцієнта тепловіддачі використовується декілька фрагментів кривої зміни температури у верхніх шарах масла у функції часу, побудованій на основі даних моніторингу. Для даного інтервалу часу формується система рівнянь (2.24). У неї підставляються реальні зміни в часі втрат трансформатора і температури навколишнього середовища за даний проміжок часу.

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = -\frac{b_1}{a_1}x_1 + \frac{b_1}{a_1}x_3 + \frac{P_1}{a_1}; \\ \frac{dx_2}{dt} = -\frac{b_2}{a_2}x_2 + \frac{b_2}{a_2}x_3 + \frac{P_2}{a_2}; \\ \frac{dx_3}{dt} = \frac{b_1}{a_3}x_1 + \frac{b_2}{a_3}x_2 - \frac{b_1 + b_2 + b_3}{a_3}(x_3 + t_s). \end{cases} \quad (2.24)$$

Для вирішення (2.24) необхідно знайти коефіцієнти a_1 , a_2 , a_3 характеризуючі масогабаритні показники трансформатора b_1 , b_2 , b_3 визначальні процеси теплопередачі, які можуть бути розраховані на підставі інформації, отриманої з проектної даних.



Блок-схема проведення діагностування обладнання ТП

ВИСНОВКИ

За результатами виконаної роботи можна зробити наступні висновки:

- нові підходи до побудови електропостачальних систем, такі як впровадження сучасних комплексів та систем моніторингу електрообладнання, дають у перспективі якісно нові можливості для підвищення їх надійності та якості функціонування. Перехід на цифрові (в основному оптичні) технології знімання та обробки інформації про електричні навантаження дасть змогу широко використовувати стохастичні моделі процесів в електрообладнанні, зокрема силових трансформаторах;
- досліджено, що на сьогодні підвищення якості діагностичного контролю силового електрообладнання ТП здійснюється за рахунок автоматизації процесів вимірювань, реєстрації, отримання оперативної та інформації про технічний стан електрообладнання ТП. Однак реалізація систем діагностики стає найбільше ефективною тільки в режимі постійного моніторингу діагностичних параметрів контрольованого електрообладнання.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!