

С. В. Матвієнко, канд. техн. наук

ЗАСТОСУВАННЯ РЕЛЯЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ РОЗПОДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Для оптимізації керування технічним станом електричної мережі запропоновано використовувати реляційну модель і створену на її основі інформаційну систему, що дозволяє впорядкувати інформацію про об'єкт керування, забезпечити кращу достовірність діагнозу технічного стану, отримати нову якість аналізу показників технічного стану.

Вступ

Електрична розподільна мережа – складний, розподілений в просторі електротехнічний комплекс, елементи якого мають як однорідну, так і неоднорідну структуру. Кожен елемент розподільної мережі та і сама мережа в цілому характеризується цілим рядом параметрів. Наприклад, ізоляція ліній електропередач може характеризуватись такими параметрами, як активні та реактивні провідності окремих фаз мережі відносно землі [1], як електрична міцність ізоляції, що є інтегральним показником технічного стану ізоляції і т.д. Ці параметри можуть бути визначені як безпосереднім їх вимірюванням, так і обчисленнями через інші вимірювані параметри із застосуванням відомих математичних моделей [2]. Іншими словами, існує скінченна множина параметрів, які необхідно визначати для керування технічним станом електротехнічного комплексу.

Матеріали і результати досліджень

Для прикладу розглянемо розподільну мережу напругою 10 кВ підстанції 110/10 кВ енергосистеми, що живить певну місцевість. Схему мережі показано на рис. 1.

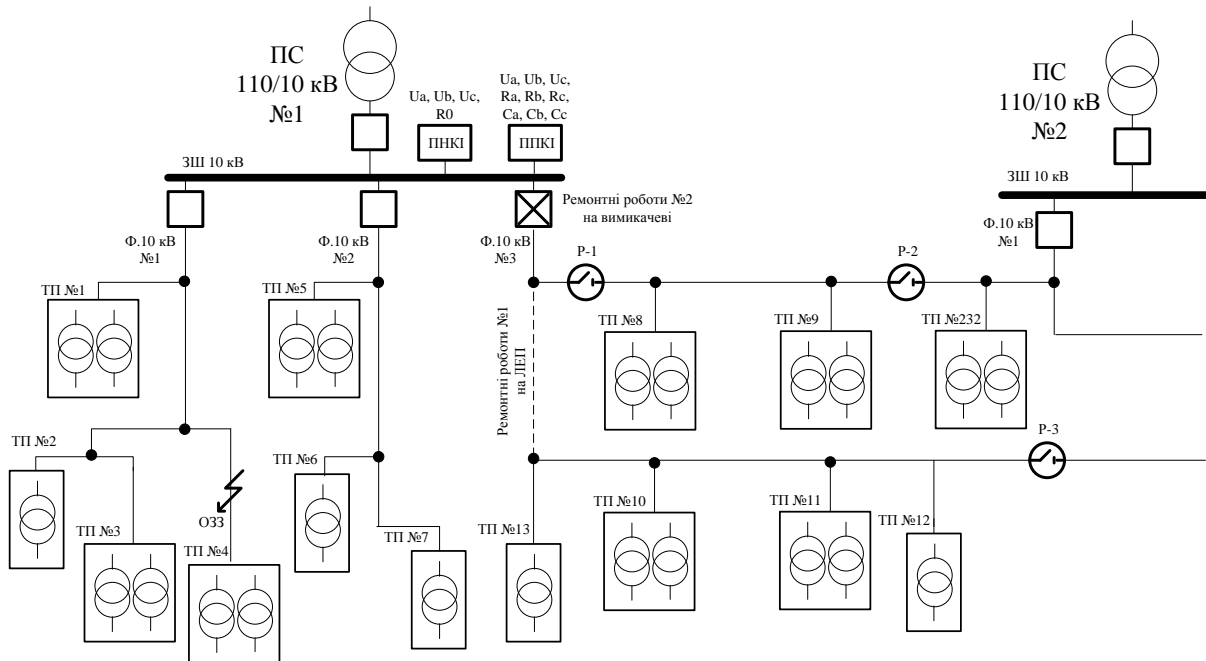


Рис. 1. Однолінійна схема розподільної мережі 10 кВ

Вважатимемо, що відомою є така інформація про мережу:

1. Розподільна мережа складається із трьох фідерів, які живлять визначену кількість трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ.
2. Один з фідерів 10 кВ має зв'язок через роз'єднувач з фідером 10 кВ іншої підстанції 110/10 кВ.

3. На збірних шинах 10 кВ підстанції енергосистеми встановлено пристрій неперервного контролю ізоляції (ПНКІ), що вимірює загальний опір ізоляції відносно землі, а також напруги фаз мережі відносно землі.

4. До збірних шин також приєднано пристрій періодичного контролю ізоляції (ППКІ), який дозволяє визначати параметри ізоляції окремих фаз мережі відносно землі з визначеною періодичністю, що задається обслуговуючим персоналом.

5. В рамках регламентної системи обслуговування обладнання з періодичністю раз в рік експлуатаційним персоналом проводяться випробування електричної міцності ізоляції розподільної мережі підвищеною напругою.

6. Згідно з графіком проводяться періодичні огляди ліній та трансформаторних підстанцій мережі, під час яких виявляються аварійні та ділянки, що потребують поточного ремонту мережі та частини обладнання.

7. Існує графік ремонтних робіт. Згідно з оформленими нарядами (фіксуються у відповідному журналі) проводяться ремонти окремих ділянок розподільної мережі, які під час профілактичних оглядів були визнані аварійними або такими, що потребують поточного ремонту.

8. В мережі трапляються аварії у вигляді замикань, серед яких найвищу періодичність мають однофазні замикання на землю (ОЗЗ).

9. Іноді проводяться переключення в мережі для забезпечення можливості проведення ремонтних робіт або для тимчасового живлення ділянок мережі, що не охоплені ремонтними роботами або аварійними відключеннями. Усі переключення фіксуються в оперативному журналі диспетчерської служби.

Усю зазначену вище інформацію необхідно враховувати, визначаючи технічний стан ізоляції розподільної мережі.

Таким чином, для керування технічним станом розподільної мережі (РМ) необхідно багаторазово розв'язувати задачу великої розмірності — аналіз значної кількості вимірюваних та обчислюваних параметрів, що характеризують зміну технічного стану (діагностичних ознак). Для розв'язання цієї задачі застосовуються, зазвичай, методи, що накладають на множину контрольованих параметрів та умов дослідження велику кількість обмежень для спрощення аналізу та розбиття складної багатомірної задачі на простіші, придатні для розв'язання відомими методами [3]. Також для підвищення достовірності діагнозу необхідно враховувати і низку інших факторів: вплив режиму роботи, зовнішнього середовища, експлуатаційних умов, аварій і тощо. Це ще більше ускладнює задачу та призводить до неоднозначності отримуваних результатів.

Тому для розв'язання задачі прийняття оптимальних рішень в умовах значної кількості інформації про об'єкт керування слід застосовувати реляційну модель, а саме, представлення усієї інформації про об'єкт у вигляді структурно зв'язаної накопичувальної бази даних з автоматичним керуванням її наповненням (СКБД) [4]. Крім самої інформації про об'єкт керування та параметри, що його характеризують, в базі даних мають бути присутні інші два рівні інформації — це структурна модель взаємозв'язків інформації, що формується на початковому етапі створення інформаційної системи в результаті аналізу властивостей об'єкта керування.

Структурна модель інформаційної системи керування технічним станом розподільної мережі показана на рис. 2. Фактично це сукупність таблиць, що описують певні інформаційні категорії або ж елементи РМ, що зв'язані між собою особливим чином — реляціями (на рис. 2 стовпці таблиць з позначкою «(р)»).

Іншим рівнем є алгоритмічна модель у вигляді набору правил та типових схем для розв'язання основної задачі та видачі інформації користувачу інформаційної системи у потрібному вигляді для аналізу та прийняття рішень (для процесу керування). Алгоритмічна модель має бути гнучкою та універсальною для можливості внесення змін та розширення в результаті накопиченого досвіду керування, а також для урахування інших обставин, що виникли в процесі керування. Структурну модель бажано реалізовувати одразу продуманою до кінця із закладеною можливістю подальшого розширення. Внесення змін в структурну модель (окрім розширення) є небажаним, так як порушуються вже усталені зв'язки між різними видами інформації, які не завжди вдається достовірно відновити (через складність задачі), що призводить до непередбачуваних помилок в обробленні даних та знижує показники функціонування інформаційної системи.

Запропонований підхід дозволяє в першу чергу впорядкувати отримувану інформацію про об'єкт керування – технічний стан РМ. На наступному етапі застосовуються методи, що широко використовуються в експертних системах – це реалізація алгоритмів та схем розв'язання основної задачі у вигляді пов'язаних розрахункових блоків, блоків ідентифікації станів, блоків видачі результатів у графічному та числовому виразах, а також у вигляді рекомендацій щодо подальших дій над об'єктом керування.

Відмінністю від експертних систем тут є універсальність, більші масштаби обробки інформації та повніше представлення результатів для користувача інформаційної системи. Під цим слід розуміти те, що інформаційна система на базі реляційної моделі дозволяє обробити та проаналізувати значно більші обсяги різнотипної інформації, що безпосередньо не є визначальною, але може впливати на процес прийняття рішень про керування технічним станом. До такої інформації в контексті поставленої задачі слід віднести відмови систем збору інформації про об'єкт керування, технологічні порушення, зміну режиму роботи та схеми РМ, аварії, вплив погодних умов, і це все з прив'язкою до фактору часу, що є особливо важливим.

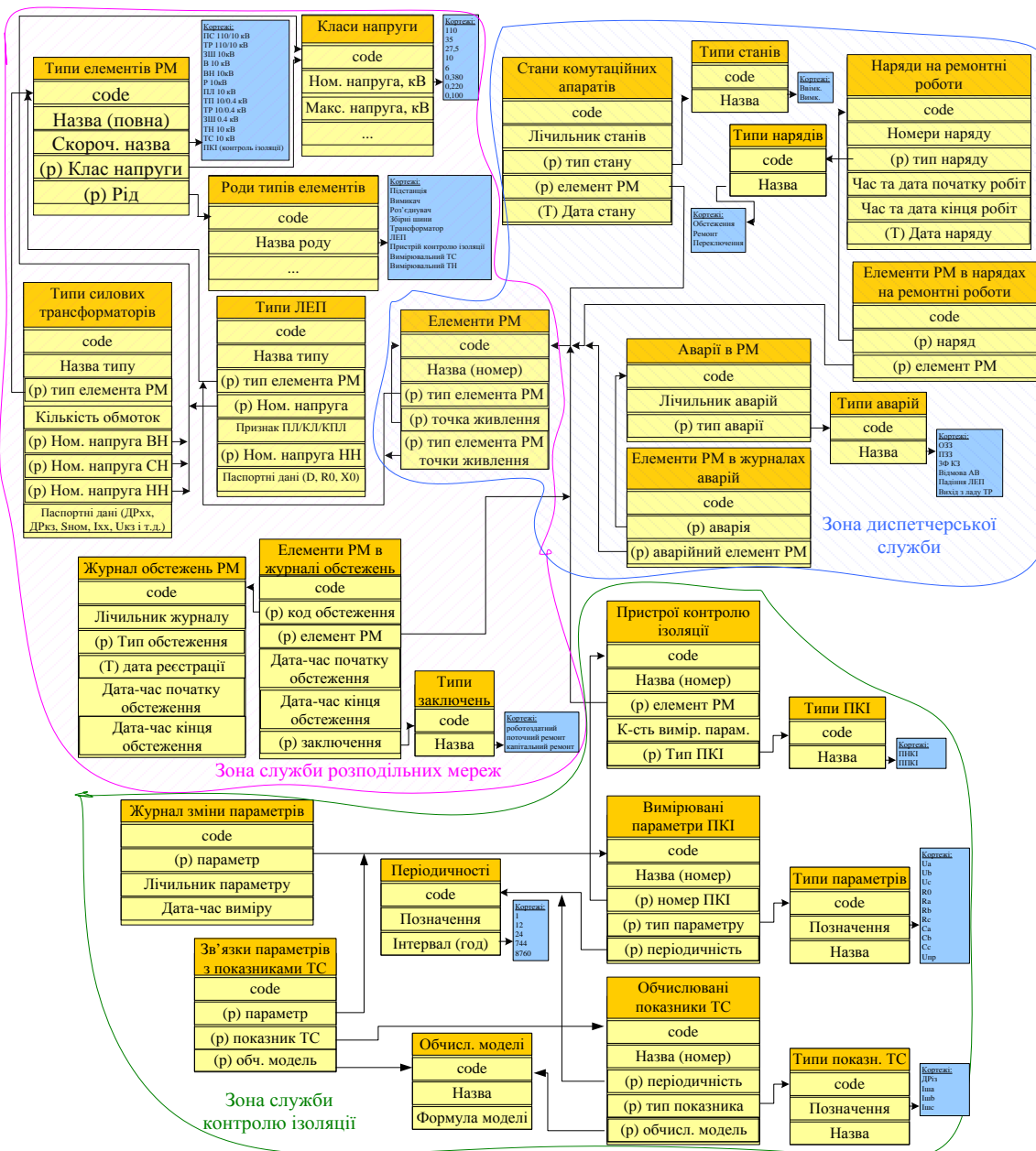


Рис. 2. Структурна модель інформаційної системи керування технічним станом розподільної мережі

Для демонстрації ефективності запропонованого підходу розглянемо такий випадок для одної з моделей обчислення показників технічного стану ізоляції (модель, що передбачає використання потужності втрат в ізоляції від струмів стікання на землю в якості показника тех-

нічного стану ізоляції мережі [3]).

За визначений період протягом п'яти годин проводились ремонтні роботи на ділянці ф. 10 кВ № 3 та на його лінійному вимикачеві, внаслідок чого схема мережі була змінена (оперативні перемикачання роз'єднувачами Р-1, Р-2 та лінійним вимикачем фідера). Причому з оперативного журналу перемикачів відомо, що спочатку з 13⁰⁰ протягом 2-х годин був відімкнений лінійний вимикач для проведення його поточного ремонту. Одночасно з цим був розімкнений роз'єднувач Р-1 та замкнений роз'єднувач Р-2 до завершення ремонту ділянки ЛЕП, розпочато одночасно з ремонтом вимикача. Потім лінійний вимикач було ввімкнено. Оперативна бригада привела роз'єднувачі Р-1 та Р-2 до нормальної схеми лише через 3 години після цього.

Побудуємо погодинний графік зміни потужності втрат в ізоляції від струмів стікання на землю (рис. 3), що обчислюється з погодинною періодичністю шляхом підстановки вимірюваних з допомогою ПНКІ та ППКІ параметрів у відповідну математичну модель.

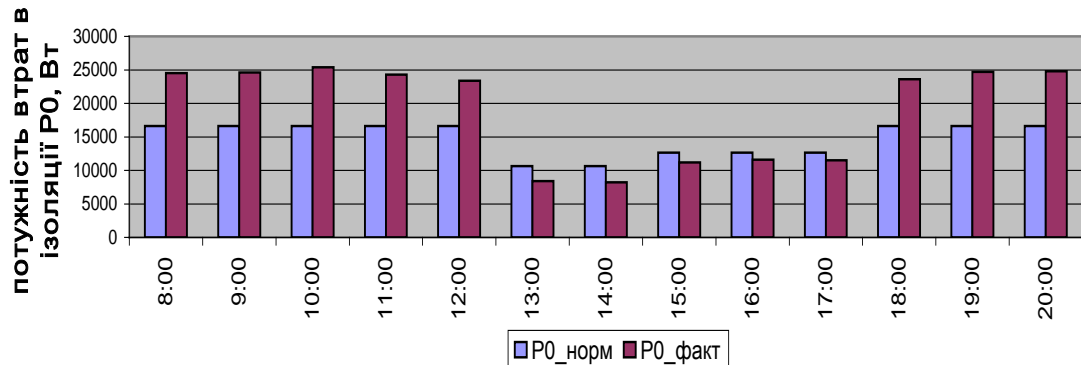


Рис. 3. Графік зміни потужності втрат в ізоляції для випадку з ремонтними роботами

На графіку P0_норм — нормативна потужність втрат в ізоляції, яка визначалась виходячи з відповідної конфігурації мережі на кожен момент часу (інформаційна система таким чином врахувала вплив перемикачів).

Із графіка випливає: 1) ремонт ділянки мережі проведено якісно, так як в проміжку часу 15⁰⁰—17⁰⁰, коли вже була ввімкнена в мережу відремонтована ділянка ф.10 кВ № 3, то втрати в ізоляції знаходились весь цей час на допустимому рівні;

2) у ф.10 кВ № 1 та № 2 жодних пошкоджень ізоляції немає, на що вказує динаміка зміни втрат в ізоляції в проміжку часу 13⁰⁰—14⁰⁰, коли лінійний вимикач ф.10 кВ № 3 був відключений;

3) однозначно пошкодженою є ділянка ф.10 кВ № 3, що знаходиться після роз'єднувача Р-1 (ділянки ТП-8 ТП-9), так як після його переведення у нормальнозамкнене положення втрати в ізоляції повернулись до такого ж недопустимого рівня, що і був до початку ремонтних робіт.

Висновки

Для оптимізації керування технічним станом електричної мережі запропоновано використовувати реляційну модель і створену на її основі інформаційну систему, що дозволяє впорядкувати інформацію про об'єкт керування, забезпечити кращу достовірність діагнозу технічного стану, отримати нову якість аналізу показників технічного стану

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кутін В.М. Вибір сукупності діагностичних показників для оцінки працездатності ізоляції відносно землі мережі 6—35 кВ / В. М. Кутін, С. В. Матвієнко // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету : зб. наук. праць. — Кременчук, 2006. — № 3(38). — С. 96—99.
2. Кутін В. М. Комбінована система керування технічним станом розподільних мереж / В. М. Кутін, С. В. Матвієнко, М. В. Кутіна // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2007. — № 1. — С. 37—42.
3. Матвієнко С. В. Технічне діагностування ізоляції в електричних розподільних мережах напругою 6—10 кВ: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / С. В. Матвієнко. — Вінниця : ВНТУ, 2008. — 20 с.
4. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание. : пер. с англ. / Дейт К. Дж. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. — 1328 с. : ил.

Рекомендована кафедрою електричних станцій та систем

Стаття надійшла до редакції 29.12.11
Рекомендована до друку 27.01.12

Матвієнко Сергій Валерійович — інженер.

ПАТ «Вінницяобленерго», Вінниця