

СКРОЧЕННЯ ЧАСУ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ ПОШКОДЖЕННЯ У СИСТЕМАХ СІЛЬСЬКОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА РАХУНОК КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ТА МАТЕМАТИЧНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ ОПТОВОГО ЕНЕРГОРИНКУ

Чернігівська О. В.

Харківській національній технічній університет сільського господарства імені Петра Василенка

Запропоновано вдосконалення системи автоматизації моніторингу режимів роботи повітряних ліній електропостачання, що використовує апаратні та алгоритмічні засоби контролю з метою скорочення часу локалізації аварії.

Постановка проблеми. Загальна автоматизація усіх сфер життєдіяльності призвела до підвищення чутливості до збоїв у роботі систем енергозабезпечення різноманітних приладів як із боку кінцевого споживача, так і з боку постачальника. Враховуючи, що практично єдиним джерелом живлення цих систем є електроенергія, зростання обсягів її споживання підвищує значущість втрат у електричних мережах. Стаття присвячена окремому випадку скорочення втрат електроенергії у електричних мережах - скорочення часу, необхідного на локалізацію uszkodження системи постачання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методи локалізації uszkodжень, що зараз застосовуються у мережах 6-10кВ (дистанційні методи, послідовний обхід мережі чи поділення мережі на ділянки), недостатньо ефективні [1], адже усі вони базуються на апостеріорному підході. Автоматизований симбіоз усіх трьох вище означених методів виявлення факту аварії та її локалізації на ранніх стадіях складається з моделі та програми, яка містить оптимізовані алгоритми пошуку, попередньо розраховані для кожної лінії, які корегуються додатковою інформацією, отриманою дистанційними чи топографічними методами. [2]

Традиційні методи базуються на використанні експертних систем та реалізують систему правил, що відображають знання та досвід спеціалістів. Група дослідників в Тамперському Технічному Університеті (Фінляндія) робить акцент на сумісному використанні засобів моніторингу, розташованих безпосередньо на лініях електропостачання, інформації з бази даних, що постійно поповнюється SCADA-системою, емпіричних знаннях операторів системи та математичних методах моделювання та прогнозування. [3] Тут слід відмітити, що досвід експертів не завжди може відобразити усі можливі ситуації. Використання теорії нечітких множин дозволяє значно зменшити вплив неповноти вихідної інформації на час локалізації проблемної ситуації у залежності від різноманітних умов, як то наявність чи відсутність лісу на гіпотетично аварійній ділянці, отримане від датчиків значення повного опору лінії або струму короткого замикання, ймовірність обриву лінії в залежності від напрямку вітру та інформації про топологію мережі. [4]

З точки зору системного підходу, електроенергетичні мережі є складними розподіленими нелінейними нестационарними

системами, схильними до різного рода стохастичних змін та раптових uszkodжень. Одним з перспективних напрямків вирішення завдання скорочення часу локалізації місця uszkodження у системах сільського електропостачання вважається апріорний підхід, визначною рисою якого є можливість приймати рішення під час функціонування об'єкту в реальному часі. [5]

Мета статті. Пропонується комплексна методика локалізації аварійної ситуації у сільськогосподарських мережах, що поєднує апаратну складову (автоматизована система моніторингу режиму роботи електромережі) та математичну складову (визначення точного місця uszkodження за допомогою математичної моделі).

Основні матеріали дослідження. Оптовий ринок електричної енергії — це єдина впорядкована система взаємовідносин між суб'єктами господарської діяльності в процесі купівлі-продажу електричної енергії при рівноправному доступі до електромереж. Розрахунки за спожиту електроенергію проводяться через механізм поточних рахунків зі спеціальним режимом використання виключно у грошовій формі. Недовідпущена електрична енергія - різниця між обсягом електричної енергії, який мав бути поставлений споживачеві у певний період відповідно до договору, і фактично отриманим споживачем обсягом електричної енергії за цей період, що виникла в результаті перерви в електропостачанні, у тому числі при відключеннях та обмеженнях. Головними завданнями оптового ринку електричної енергії є збереження об'єднаної енергосистеми країни, забезпечення надійної та якісної електричної енергії користувачам за мінімальною ціною на принципах конкуренції між енергогенеруючими компаніями та між постачальниками, забезпечення фінансової стабільності та прибутковості галузі, створення конкурентноспроможної української енергетики та, як наслідок, умов для виникнення зацікавленості з боку потенційних інвесторів. Перехід України до оптового ринку електроенергії зумовив підвищення значущості своєчасного виявлення uszkodження та якомога скорішої ліквідації його наслідків.

За умов використання у сільській місцевості розподільних мереж (РМ) повітряних ліній електропередач напруги 6-10 кВ складної деревовидної конфігурації, працюючих у режимі ізольованої чи компенсованої нейтралі, та

враховуючи застосування на різних ділянках РМ проводів різних марок та перерізу, найбільш розповсюдженими видами аварійних ситуацій являються однофазне замикання на землю (ОЗЗ), межфазне коротке замикання (КЗ) та пошкодження проводів внаслідок погодних умов. Ці види ушкоджень відрізняються як можливістю дистанційного ліквідування наслідків так і рівнем складності визначення безпосередньо місця аварії. Існуючі методи локалізації ушкоджень (як то дистанційні методи, послідовний обхід мережі чи поділення мережі на ділянки) не дають достатньої ефективності: перший дозволяє лише визначити відстань до КЗ та має низьку точність вимірювання, другий в умовах значної розгалуженості кінцевих споживачів у розташованих на відстані населених пунктів сільської місцевості потребує значних затрат часу, третій не виправдовує себе без попереднього проведення масштабних розрахунків оптимальної послідовності перевірок. Наведені міркування дозволяють переконатися у необхідності розробки нових методів локалізації аварій.

Найбільш близький до наведених метод являє собою автоматизований симбіоз усіх трьох вище означених методів, що має метою виявлення факту аварії та її локалізації на ранніх стадіях та складається з універсальної моделі та програми пошуку пошкодження у повітряних РМ. Програма містить оптимізовані алгоритми пошуку, попередньо розраховані для кожної лінії, що корегуються в залежності від додаткової інформації, отриманої дистанційними чи топографічними методами. У випадку межфазного КЗ пропонується безперервний контроль режиму роботи кожної лінії та вимірювання току напруги, короткого замикання лінії та реактивної напруги петлі КЗ, що дозволяє розрахувати відстань до місця КЗ завдяки отриманим від переносного пристрою зафіксованим значенням. У випадку ОЗЗ відбувається постійний контроль активного опору фаз мережі відносно землі, виявлення ушкодженої фази, штучне замикання неушкодженої фази, фіксація току аварійного режиму та реактивної складової напруги петлі подвійного замикання на землю.

Основною стратегією є як мого більш точно визначення ймовірного місця ушкодження, місць, де ушкодження точно не було та який тип відключення (автоматизований чи вручну) потрібно здійснити. Методи визначення базуються на сумісному використанні засобів моніторингу, розташованих безпосередньо на лініях електропостачання, інформації з бази даних, яка поповнюється завдяки об'єктивній інформації про стан компонентів мережі, емпіричних знаннях операторів системи та математичних методах моделювання та прогнозування. Серед іншого варто відзначити метод визначення місця ОЗЗ у випадку ліній передач, що управляються радіально: для визначенні більш точної відстані до аварії пропонується перемикаючи пошкоджену лінію таким чином, щоб вона утворила замкнене кільце із працюючою лінією. Тоді відстань вдовж обох ліній можна визначити за допомогою двох різних значень напруги нульової послідовності та відповідних значень току нульової послідовності

означених ліній. Але найбільшу зацікавленість викликає загальна система, що розуміє під моніторингом РМ комплекс послідовних операцій: при виникненні аварії, зафіксована сучасними датчиками інформація про стан ключових показників мережі та сигнал тривоги від ідентифікаторів аварійної ситуації надходять від підстанцій у загальну систему; ця інформація поповнюється збереженими у базі даних статистичними даними по роботі мережі; програмне забезпечення генерує низку міркувань, що були отримані із застосуванням теорії нечітких множин; на екрані робочої станції оператора відображаються ймовірні місця виникнення аварії та рекомендації щодо подальших дій; пристрої віддаленого керування дозволяють автоматизувати процес реагування на аварійну ситуацію у випадку відсутності людини; після ліквідації аварії те ж саме програмне забезпечення генерує звіт щодо типу аварії, часу ліквідації, обсягу непоставленої споживачам електроенергії та зберігає цю інформацію у базі даних.

Розроблена у співпраці з заводом ім. Шевченко система моніторингу режимів роботи ПЛЕП 6-10кВ (СМ РРЕМ) дозволяє накопичувати статистичну інформацію та отримувати повідомлення про виникнення ймовірності аварії у масштабі реального часу та дає можливість оперативної оцінки усіх розповсюджених причин виникнення небезпечної ситуації, у тому числі попереджає диспетчера про можливість голольодоутворення на лінії. Ця система має можливість дистанційного настроювання параметрів, як то період збереження та пересилання даних, та порогові значення параметрів, що оцінюються. Можливість дистанційного визначення типу ушкодження дозволяє зменшити витрати на проведення ремонтних робіт та ефективність використання ремонтного обладнання.

В рамках програмного забезпечення необхідне створення математичної моделі, що дозволить зменшити неточність вихідних даних через використання другорядної та супровідної інформації, що її складно врахувати під час формалізації процесів, що відбуваються у системі. Також необхідним є вирішення задач оптимізації та візуалізації аварійної ситуації з прив'язанням до топології мережі, наявності шляхів під'їзду до місця ушкодження та географічних особливостей місцевості. Та, як наслідок, прийняття рішень стосовно ліквідації пошкодження лінії чи рекомендацій щодо вдосконалення самої мережі спираючись на виявлені існуючі вузькі місця. В якості першого кроку розроблено модель даних, що дозволяє оперативно отримувати та зберігати у базі даних інформацію щодо стану компонентів мережі, точне місце знаходження пристрою, з якого надійшло повідомлення про аварію та змін у настройках пристрою. Дані, що накопичуються, дозволяють з плином часу суттєво підвищувати точність та ефективність визначення місця пошкодження - вони використовуються для навчання та корективної математичної моделі. Використання даних, що оперативно надходять від виносних блоків протягом всього часу експлуатації комплексної автоматично-

алгоритмічної системи, у такий спосіб дозволяють закономірностей на неактуальні.
 уникнути застаріння чи перетворення

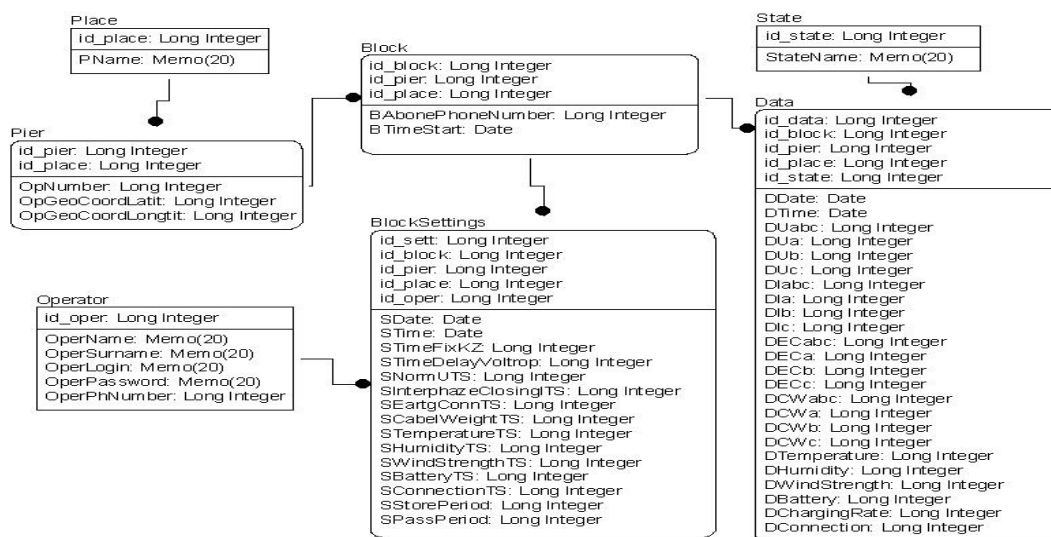


Рисунок 1 – Модель даних

Окрім підвищення ступеню визначеності місця пошкодження та ефективності дій оперативних виїзних бригад (зокрема дистанційне визначення місця міжфазного замикання та замикання на землю), отримані від системи автоматичного моніторингу данні також можуть бути використані для більш точного розрахунку витрат електричної енергії у повітряних лініях, попередження обслуговуючого персоналу про ймовірність виникнення гололідних відложень та для контролю несанкціонованих порушень цілісності чи вимкнення окремих ділянок лінії.

Висновки. З наведеного матеріалу зрозуміло, що розробка такої системи дозволить значно скоротити час, необхідний для виявлення та ідентифікації аварійної ситуації, і таким чином зменшити втрати електроенергії у розподільних мережах, що є невідкладним завданням в умовах оптового ринку електроенергії.

Список використаних джерел

1. Воротницкий В. Э. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях энергоснабжающих организаций / В. Э. Воротницкий, М. А. Калинкина, В. Н. Апяткин // Энергосбережение. № 3, 2000.
2. Моххамед Абдуллах Халеел Аль-Насур Методы и средства поиска повреждений в воздушных сетях напряжением 6-35 кВ.: автореферат на здобуття наукового ступеня / Моххамед Абдуллах Халеел Аль-Насур. – К., 1997.
3. Nikander A. Methods for earth fault identification and distance estimation in a compensated medium voltage distribution network / A. Nikander, P. Jarventausta - IEEE Catalogue No: 98EX137, p.p. 595-600
4. Verho P. Using fuzzy sets to model the uncertainty in the fault location process of distribution

networks. / P. Verho, P. Jarventausta, J. Partanen - IEEE 0885-8977/94, p.p. 954-960

5. Краткосрочное прогнозирование потребления электроэнергии на основе искусственной многослойной нейро-фаззи сети / [Е. В. Бодянский, С. В. Попов, Т. В. Рыбальченко, Н. Н. Титов].

Аннотация

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В СИСТЕМАХ СЕЛЬСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЁТ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГОРЫНКА

Черниговская О. В.

Предложено усовершенствование системы автоматизации мониторинга режимов работы воздушных линий электропередач 6-10 кВ, использующее аппаратные и алгоритмические средства контроля с целью сокращения времени локализации аварии.

Abstract

MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTED NETWORKS FAULT SEARCH REDUCTION BY COMPLEX OF TECHNICAL AND MATHEMATICAL METHODS IMPLEMENTATION WITHIN THE ELECTRICITY MARKET

O. Chernigivska

The improvement of the medium voltage distributed networks state monitoring system using hardware and algorithmic controls for decreasing fault location time has been proposed.