

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОШУКУ ПОШКОДЖЕНЬ У МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ 10КВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Заїка О. В., Чала Н. Г.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка

В статті наведено теоретичне обґрунтування, а також результати розробки та дослідження автоматизованої системи визначення місць пошкоджень в розгалужених розподільчих електромережах 10кВ. Позитивний результат досягнуто завдяки застосуванню процедури нечіткого логічного висновку Мамдані.

Проблематика. Повітряні лінії електропередачі України практично відпрацювали подвійний термін експлуатації і потребують невідкладної реконструкції. Надійність систем електропостачання здебільше визначається безаварійною роботою ліній електропередачі, значну частину яких складають розподільчі мережі 6-35 кВ. Відомо, що більшість пошкоджень в системах електропостачання (приблизно до 80%) приходить саме на розподільчі мережі.

Головними причинами пошкоджуваності, а також низького рівня безпеки, як обслуговуючого персоналу, так і людей і тварин, що контактують з ними, є:

- недосконалість схем електропостачання;
- недосконалість правил експлуатації і належне їх виконання;
- практична відсутність систем захистів і сигналізації щодо однофазних замикань на землю;
- практична відсутність систем діагностування стану ізоляції;
- високий рівень внутрішніх перенапруг;
- використання обладнання (комутаційна апаратура, кабелі), яке вичерпало свій нормативний ресурс.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сучасному етапі розвитку автоматизації з метою підвищення структурної надійності електропостачання існує ряд підходів на основі нечіткої логіки для виявлення пошкоджень ланцюга.

В [3] описані комп'ютерна підтримка систем нечіткої логіки та невизначеного виведення сучасних засобів визначення місць пошкоджень, які істотно поліпшують техніко-економічні показники електропостачання, підвищують надійність роботи енергосистем, скорочують аварійний недолік електроенергії споживачам і значно скорочують трудові витрати на пошук пошкоджень.

Апаратне вирішення проблеми пошуку і локалізації пошкоджень пов'язане з великими капітальними вкладеннями. Електропостачальні компанії наразі не можуть собі дозволити обладнати електромережі сучасними апаратними засобами підвищення надійності електромереж. Тому виникає компромісна задача досягнення певного рівня надійності при оптимальних витратах [7]. Звісно таке рішення не може повністю вирішити проблему і потребує поступової модернізації і удосконалення.

Математичне моделювання локальних дефектів ізоляції силових кабелів 6-10кВ, а також і нечітке моделювання в середовищі MATLAB і fuzzyTECH описані в [4, 5].

Метою статті є оцінка можливості застосування

методів нечіткого управління для знаходження пошкоджень в мережі електропостачання.

Основні матеріали дослідження. Особливість і практичне значення отриманих результатів полягає в доведенні теоретичних основ роботи до практичної реалізації, що може використовуватись експлуатаційним персоналом ЛЕП 10 кВ.

Нечітке управління базується на використанні не стільки аналітичних або теоретичних моделей, скільки на практичному застосуванні знань, які можна представити у формі так званих лінгвістичних баз правил.

Нечітке управління може використовуватись поліпшити процеси управління і вирішити ряд завдань, наприклад:

- управління (зі зворотним або без зворотного зв'язку, з одного або з багатьма змінними, для лінійних або нелінійних систем);
- установка параметрів систем управління в автономному режимі або в режимі реального часу;
- класифікація і розпізнавання образів;
- оперативне прийняття рішення;
- допомога операторам в прийнятті рішень або налаштування параметрів;
- визначення і діагностика несправностей в системах.

Емпіричні знання для даної проблемної області можуть бути представлені у формі наступних евристичних правил:

1. Якщо вітер сильний і обмерзання низьке, то несправність виникла на даній ділянці;
2. Якщо рівень опадів високий і температура низька, то несправність виникла на даній ділянці;
3. Якщо не було ніяких погодних умов, що викликали виникнення несправності, але поруч знаходиться населений пункт, то несправність виникла на даній ділянці і т.д.

Запропонована лінія електропередач 10 кВ представлена на рис.1.

У даній ЛЕП 10 кВ відходять 3 лінії, кожен з яких ми умовно поділили на приблизно рівні ділянки.

В якості вхідних параметрів системи нечіткого виведення будемо розглядати чинники, які впливають на можливий обрив Лінії електропередач, які висловимо в нечітких лінгвістичних змінних: "швидкість вітру", "опад", "обмерзання", "температура", "близькість до лісової місцевості", "близькість до населених пунктів", "близькість до доріг", "близькість до водойм", а в якості вихідних параметрів нечіткого лінгвістичного змінну "виникнення несправності". Як терми

множини лінгвістичних змінних використовуються поняття: "низький", "середній", "високий", як для вхідних, так і для вихідних параметрів, адже можливість виникнення несправності може бути так само "низькою", "середньою", "високою".

Коли за результатами досліджень "виникнення

несправності" виявляється "низьким" або "середнім", то ми можемо цим знехтувати і лише коли ми отримаємо результат "високий", отже на даній ділянці лінії електропередачі найімовірніше і сталася несправність.

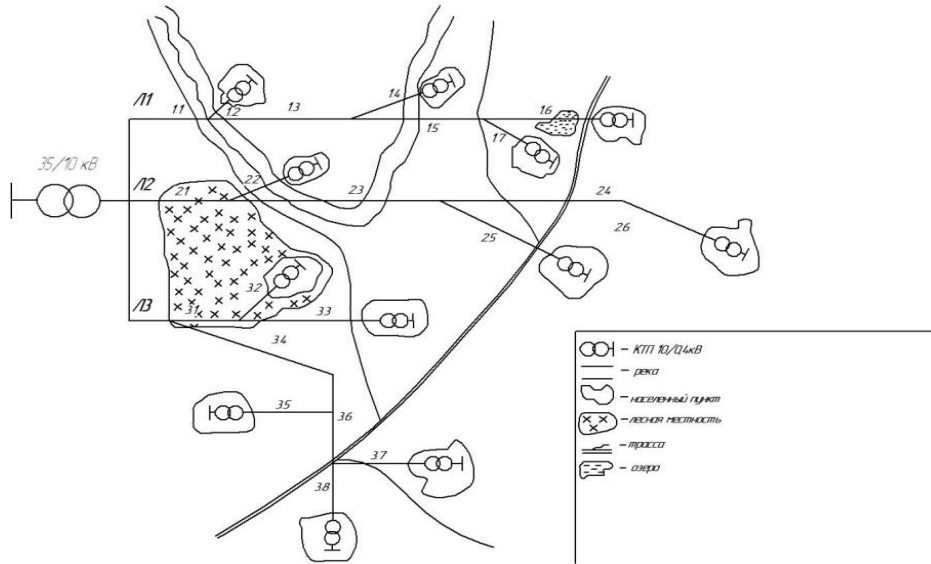


Рисунок 1 – Схема розподільчої ЛЕП.

Для кожного з вхідних змінних створюємо функції приналежності і визначаємо їх терми за допомогою пакета MatLab. Тут ми лише формули, за якими обчислюється ступінь приналежності кожного параметра до термам: «низький», «середній», «високий».

Ступінь приналежності параметра «вітер» до терму «низький», «середній» і «високий» обчислюються наступним чином:

$$\mu_{V_{н}} = \max \left(\min \left(1; \frac{V_2 - V}{V_2 - V_1} \right), 0 \right) \quad (1)$$

$$\mu_{V_{ср}} = \max \left(\min \left(\frac{V - V_1}{V_2 - V_1}; \frac{V_3 - V}{V_4 - V_3}; 1 \right), 0 \right) \quad (2)$$

$$\mu_{V_{в}} = \max \left(\min \left(\frac{V - V_3}{V_4 - V_3}; 1 \right), 0 \right) \quad (3)$$

Ожеледиця:

$$\mu_{O_{н}} = \max \left(\min \left(1; \frac{O_2 - O}{O_2 - O_1} \right), 0 \right) \quad (4)$$

$$\mu_{O_{ср}} = \max \left(\min \left(\frac{O - O_1}{O_2 - O_1}; \frac{O_3 - O}{O_4 - O_3}; 1 \right), 0 \right) \quad (5)$$

$$\mu_{O_{в}} = \max \left(\min \left(\frac{O - O_3}{O_4 - O_3}; 1 \right), 0 \right) \quad (6)$$

Температура:

$$\mu_{T_{н}} = \max \left(\min \left(1; \frac{T_2 - T}{T_2 - T_1} \right), 0 \right) \quad (7)$$

$$\mu_{T_{ср}} = \max \left(\min \left(\frac{T - T_1}{T_2 - T_1}; \frac{T_3 - T}{T_4 - T_3}; 1 \right), 0 \right) \quad (8)$$

$$\mu_{T_{в}} = \max \left(\min \left(\frac{T - T_3}{T_4 - T_3}; 1 \right), 0 \right) \quad (9)$$

Опади:

$$\mu_{O_{н}} = \max \left(\min \left(1; \frac{O_2 - O}{O_2 - O_1} \right), 0 \right) \quad (10)$$

$$\mu_{O_{ср}} = \max \left(\min \left(\frac{O - O_1}{O_2 - O_1}; \frac{O_3 - O}{O_4 - O_3}; 1 \right), 0 \right) \quad (11)$$

$$\mu_{O_{в}} = \max \left(\min \left(\frac{O - O_3}{O_4 - O_3}; 1 \right), 0 \right) \quad (12)$$

Реалізація нечіткого логічного виводу Мамдани для лінії 1 (Л1):

$$L_{1,1} = A_{31} \wedge \left(\begin{array}{l} O_{\delta_H} \wedge V_B \vee O_{\delta_C} \wedge (V_C \vee V_B) \vee O_{\delta_B} \wedge \\ (V_H \vee V_B \vee V_C) \vee O_B \vee T_H \vee T_B \end{array} \right), \quad (13)$$

$$\mu_{L1,1} = \min(\mu_{A3}, \left(\begin{array}{l} \max(\min(\mu_{O_{\delta_H}}, \mu_{V_B}), \min(\mu_{O_{\delta_C}}, \max(\mu_{V_C}, \mu_{V_B}))); \\ \min(\mu_{O_{\delta_B}}, \max(\mu_{V_H}, \mu_{V_B}, \mu_{V_C})); \max(\mu_{O_B}, \mu_{T_H}, \mu_{T_B}) \end{array} \right)) \quad (14)$$

де A_{31} - спрацювання апаратури захисту.

Так само грає роль в появі несправності рельєф місцевості, через який проходить ЛЕП. Тому, якщо після проведення обчислень, виявляється, що причиною виникнення несправності не є погодні умови, то це найімовірніше вплив рельєфу або наближеність до населеного пункту.

Для інших відгалужень ЛЕП правила є однаковими, результат змінюється через те, що на кожній з ділянок різна ступінь впливу зовнішніх факторів, як погодних, так і рельєфних.

При виникненні несправності на лінії, необхідно дані, отримані Гідрометцентром, підставити у відповідні формули (1-12) і обчислити ступінь приналежності параметрів термам кожного з них. Після чого ці значення необхідно підставити в формулу (14) і отримати результат, за допомогою якого вже можна зробити висновок чи на даній ділянці сталася несправність. Все це легко реалізується в пакеті MatLab.

Висновки. Система надає додаткову інформацію щодо пошуку місць пошкоджень ЛЕП, а також дозволяє визначити оптимальний маршрут оперативної бригади, що скорочує час пошуку пошкоджень і, відповідно, недовідпуск електроенергії споживачам.

Система відкрита до змін і вдосконалень шляхом зміни функцій приналежності для вхідних і вихідної змінних, редагування правил нечіткого виводу, а також введення неформалізованих знань експертів, диспетчерів, які працюють на даній ЛЕП.

Список використаних джерел

1. Акулич М.В. Анализ конкурентоспособности продукции в аспекте взаимоотношений с потребителями/ Акулич М.В. // Маркетинг. 2003. №6. С.33-43.
2. Бульчев А.В. Контроль состояния изоляции сети 6-10 кВ с изолированной нейтралью /Бульчев А.В., Наволочный А.А., Поздеев Н.Д. // Вестник Вологодского государственного технического университета. – 2004. – № 4. – С. 45-49.
3. Круглов В.В. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода / Круглов В.В., Дли М.И. – М.: Физматлит, 2002.-251 с.
4. Лебедев Г.М. Математическое моделирование локальных дефектов изоляции силовых кабелей 6-10кВ / Лебедев Г.М., Бахтин Н.А., Брагнский В.И. // Электричество - 1998. - №12. - С. 23-27.
5. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / Леоненков А.В. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. -736 с.

6. Моделирование рисков ситуации в экономике и бизнесе / А. М. Дубров, Б. А. Лагоша, Е. Ю. Хрусталев; под ред. Б. А. Лагоши. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 176 с.: ил. – ISBN 5-279-02068-0.

7. Сиротенко М. О. Пошук оптимальної схеми розміщення індикаторних пристроїв в мережі 10 кВ / М. О. Сиротенко // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології: Матеріали Третьої Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, студентів і аспірантів (АКІТ-2013) – К.: НУТУ "КПІ", 2013. – С. 16-17. – Бібліогр.: в кінці тез. – ISBN 978-966-622-568-2.

8. Тимчук С. А. Нечёткая математическая модель расчёта недоотпуска электроэнергии в секционированных электрических сетях 10 кВ / С. А. Тимчук, М. А. Сиротенко // Вісник Харківського нац. техн. унту сіл. госп-ва імені Петра Василенка. – 2012. – Вип. 130. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України – С. 53-54. – Библіогр.: с 54. – ISBN 5-7987-0176X.

9. Шкрабец Ф. П. Структура системы непрерывного контроля параметров изоляции в сетях напряжением 6 – 10 кВ горных предприятий / Шкрабец Ф. П., Месяц Е. П., Кириченко М. С. // VI Международная Научно – Техническая Конференция "Эффективность та якість електропостачання промислових підприємств".-2008.-С. 18-22.

10. Jansen J. Hochspannungsfreileitung / Jansen Josef. // Elektrotechnische Zeitschrift, – 1976. – А9, 12. – P.732–733.

Анотация

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКА ПОВРЕЖДЕНИЙ В СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ 10КВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Заика Е. В., Чалая Н. Г.

В статье приведены теоретическое обоснование, а также результаты разработки и исследования авто-матизированной системы определения мест повреждений в разветвленных распределительных электросетях. Положительный результат достигнут благодаря применению процедуры нечеткого логического вывода Мамдани.

Abstract

AUTOMATIZATION OF DAMAGE SEARCH IN THE ELECTRICAL SUPPLY NETWORK OF 10KW ON THE BASIS OF NON LITHUANIAN LOGIC

Zaika O., Chala N.

The article gives the theoretical substantiation, as well as the results of the development and study of an auto-matized system for determining damages in branched distribution electrical systems. A positive result has been achieved through the use of the procedure for the fuzzy logical output of Mamdani