

Вінницький національний технічний університет

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
спеціалізація «Електричні системи і мережі»

«Вдосконалення методів діагностування високовольтних розрядників»

Керівник: к.т.н., доцент каф. ЕСС Рубаненко Олександр Євгенійович

Виконав: студент гр. ЕСМ-16сп Штукановський Микола
Миколайович

Вінниця 2017

АКТУАЛЬНІСТЬ

2

Актуальність роботи полягає у тому, що комп'ютерне діагностування високовольтних розрядників та методи первинної статистичної обробки, методи апроксимації і спектрального аналізу значно розширюють можливості функціонального діагностування електричних апаратів. Розробка та впровадження нових методів діагностування розрядників, а також створення досконалого діагностичного обладнання стає необхідною умовою для досягнення надійного функціонування та модернізації електроенергетичної системи України.

Метою роботи є підвищення якості діагностування високовольтних розрядників шляхом врахування як ретроспективних, так і поточних значень діагностичних параметрів та використання методів нейро-нечіткого моделювання.

Задачі досліджень:

1. Дослідити призначення, галузь застосування та конструктивні особливості розрядників;
2. Проаналізувати існуючі методи і засоби діагностування розрядників;
3. Дослідити існуючі комп'ютерні системи діагностування розрядників;
4. Розробити нейро-нечітку модель залишкового ресурсу розрядника;
5. Визначити економічні показники заходів з заміни високовольтних розрядників на обмежувачі перенапруг;
6. Розглянути заходи з забезпечення безпечної експлуатації високовольтного обладнання.

Об'єктом досліджень є методи діагностування високовольтних розрядників.

Предметом досліджень є високовольтні розрядники та засоби їх діагностування .

Методи дослідження залишковий ресурс моделюється з використанням методів нечіткого та нейро-моделювання.

ЗОВНІШНІЙ ВИГЛЯД РОЗРЯДНИКІВ

4



ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРЯДНИКІВ

5

Високовольтні вентильні розрядники та нелінійні обмежувачі перенапруг є основним засобом захисту ізоляції силового електрообладнання електроустановок від грозових і комутаційних перенапруг.

Промисловість випускає вентильні розрядники серій: РН, РВН, РНК, РВО, РВС, РВД, РВМГ, РВРД, РВМ, РВМА, РМВУ і трубчасті

Розрядник РВО - вентильний полегшеної конструкції; розрядник РВС - вентильний станційний; розрядник РВТ - вентильний, струмообмежувальним; розрядник РС - вентильний для захисту електроустановок сільськогосподарського призначення; розрядники серії РВМ, РВМГ, РВМА, РВМК - вентильні з магнітним гасінням дуги, модифікації Г і А, комбіновані, призначені для захисту від атмосферних і короткочасних внутрішніх перенапруг (в межах пропускної здатності розрядників) ізоляції обладнання електричних станцій і підстанцій змінного струму номінальною напругою 15 -500 кВ.

Розрядник РН - низької напруги, призначений для захисту від атмосферних та комутаційних перенапруг ізоляції електрообладнання напругою 0,5 кВ.

Розрядник РВН - вентильний, для захисту від атмосферних перенапруг ізоляції електрообладнання.

Розрядник РНК призначений для захисту пристроїв контролю ізоляції введів високої напруги трансформаторів.

ПОЗНАЧЕННЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ РОЗРЯДНИКІВ

6

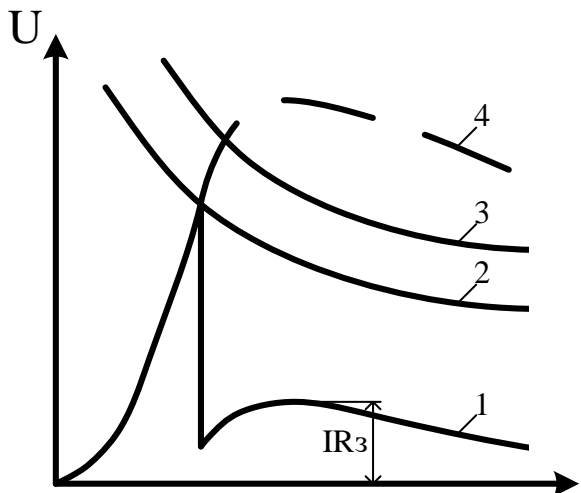


Рисунок 6.1 – Узгодження характеристик розрядника і захисного обладнання.

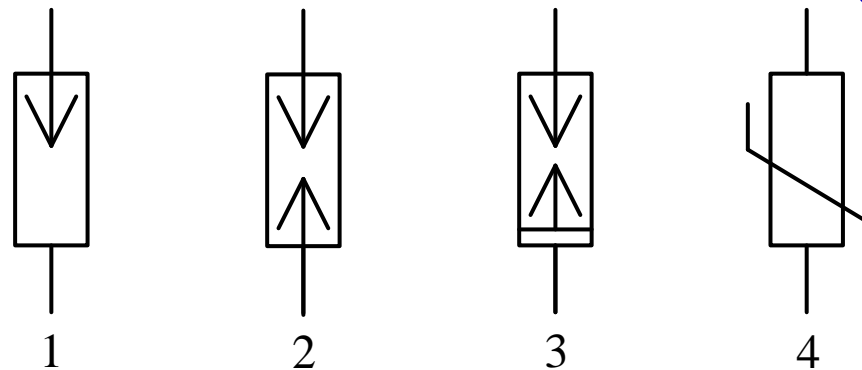


Рисунок 6.2 – Типи та позначення розрядників: 1 – загальне позначення розрядника; 2 – розрядник трубчастий; 3 – розрядник вентильний; 4 – магнітно-вентильний ОПН.

Основним елементом розрядника є іскровий проміжок. Вольт-секундна характеристика цього проміжку (крива 1 на рис.1) повинна знаходитись нижче вольт-секундної характеристики обладнання, яке підлягає (крива 2). При появі перенапруги проміжок повинен пробитися раніше, ніж ізоляція обладнання, яке захищається. Після пробію лінія заземлюється через опір розрядника. При цьому напруга на лінії визначається струмом I , що проходить через розрядник, опорамі розрядника і заземлення R_3 . Чим менше ці опори, тим ефективніше обмежуються перенапруги, тобто більше різниця між можливим (крива 4) і обмеженим розрядником перенапруженням (крива 3). Під час пробію через розрядник протікає імпульс струму.

ПОШКОДЖЕННЯ РОЗРЯДНИКІВ ТА ОПН

7

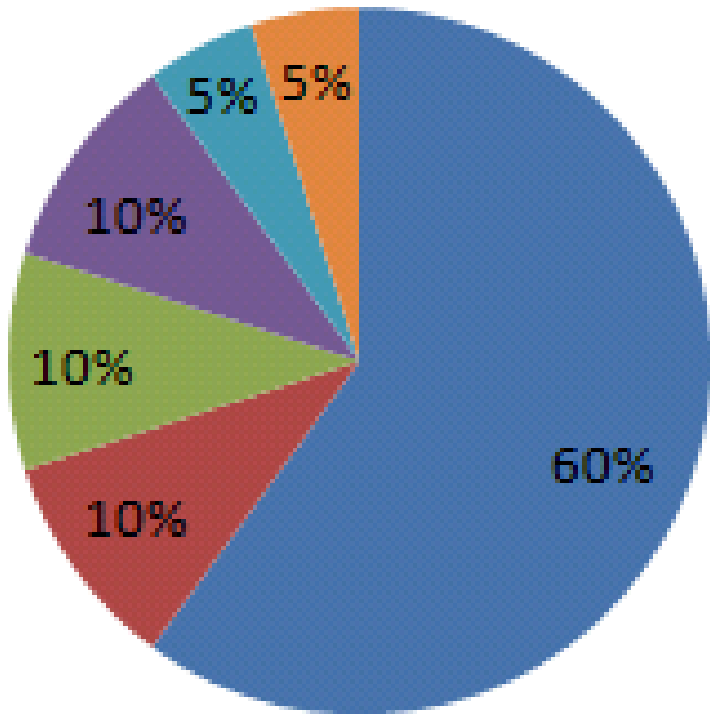


№ досліджуваного елемента розрядника	Опір ізоляції, МОм	Випробувальна напруга, кВ	Струм витoku, мкА		Результати огляду при ревізії
			вимірний	норма	
6	3000	30	1060	900 - 1300	справний
7	0,8		>2000		зволоження і корозія деталей елемента
8	1700		1120		справний

Таблиця 7.1 – Результати випробувань і огляду при ревізії розрядника

СТАТИСТИКА ПОШКОДЖУВАННОСТІ РОЗРЯДНИКІВ

8



1 – Пошкодження вентильного елемента – 60 %

2 – Пошкодження основного елемента – 10 % ;

3 – Пошкодження іскрового елемента – 10 % ;

4 – Пошкодження ізоляції – 10 % ;

5 – Пошкодження шунтуючих опорів – 5 % ;

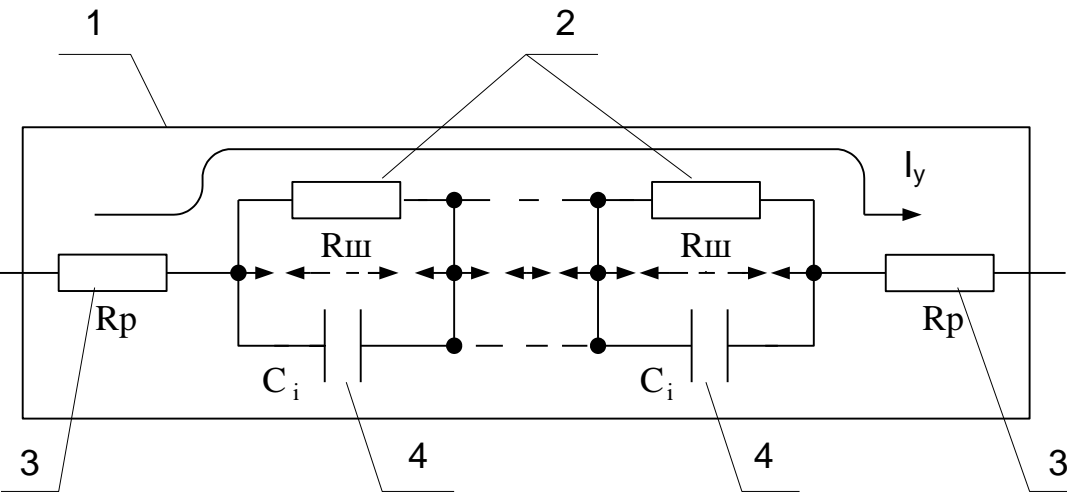
6 – Пошкодження контактних з'єднань – 5 %

ДЕФЕКТИ РОЗРЯДНИКІВ

9

- втрата елементом герметичності (при цьому відбувається зволоження внутрішньої поверхні фарфорового кожуха, робочих і шунтуючих опорів, інших елементів конструкції розрядника і шунтування його елемента плівкою вологи і окислів. Характеристики розрядника порушуються, а при зволоженні 2-х і більше елементів однієї фази (в багатоеlementних розрядниках) і єдиний елемент (в одно елементні розрядниках напругою до 35 кВ) можливе перекриття розрядника при робочій напрузі, його руйнування струмом к.з. і інші неприємні наслідки);
- обриви шунтуючих опорів (виникають при різких перепадах температури навколишнього середовища і механічних впливах при монтажі і ремонтах розрядника (карборунд крихкий), внаслідок чого характеристики і нормальна робота розрядника також порушуються (порушується рівномірний розподіл напруги по елементах).
- нагрів розрядників.

РОЗГЕРМЕТИЗАЦІЯ ТА НАГРІВ ЕЛЕМЕНТА РОЗРЯДНИКА



В нормальному режимі роботи розрядника, через послідовно з'єднані робочі (R_p) і шунтуючі ($R_{ш}$) опору елемента протікає струм витоку I_B . Цей струм викликає в них джоулеві втрати, які нагрівають опору:

Рисунок 10.1 – Конструкція елемента
1 – фарфорова покривка елемента; 2 - шунтуючі опори ($R_{ш}$); 3 - диски робочих опорів (R_p); 4 - блоки іскрових проміжків;

$$P_p = (I_y)^2 * R_p$$

$$P_{ш} = (I_B)^2 \cdot R_{ш}$$

Оскільки $R_p \ll R_{ш}$, то $P_p \ll P_{ш}$, отже, помітний нагрів поверхні елемента буде тільки в районі розташування шунтуючих опорів, які навішуються на блоки іскрових проміжків.

ВИДИ ДІАГНОСТУВАННЯ РОЗРЯДНИКІВ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

11

Високовольтні вентильні розрядники та нелінійні обмежувачі перенапруг є основним засобом захисту ізоляції силового електрообладнання електроустановок від грозових і комутаційних перенапруг. В даний час, для виявлення дефектів і підтримки розрядників в роботоздатному стані, заводськими і експлуатаційними нормативними документами (НД) передбачаються наступні види діагностування розрядників в експлуатації:

- вимірювання опору елементів розрядників мегаомметром;
- вимір струму витoku елементів розрядника при додатку до нього підвищеного випрямленої напруги нормованої величини від стороннього джерела;
- визначення пробивної напруги іскрових проміжків розрядника;
- вимір струму витoku розрядника під робочою напругою.

В сукупності, перших два види діагностування дозволяють впевнено виявляти виникаючі в експлуатації дефекти елементів розрядника, проте вони мають суттєвий недолік – для виконання діагностики необхідний висновок розрядника з роботи, що не завжди можливо по режимним міркувань, ускладнює проведення діагностики розрядника досить часто і, в кінцевому підсумку, знижує ефективність діагностики в цілому

ТЕМПЕРАТУРНІ ПРОФІЛІ РОЗРЯДНИКА

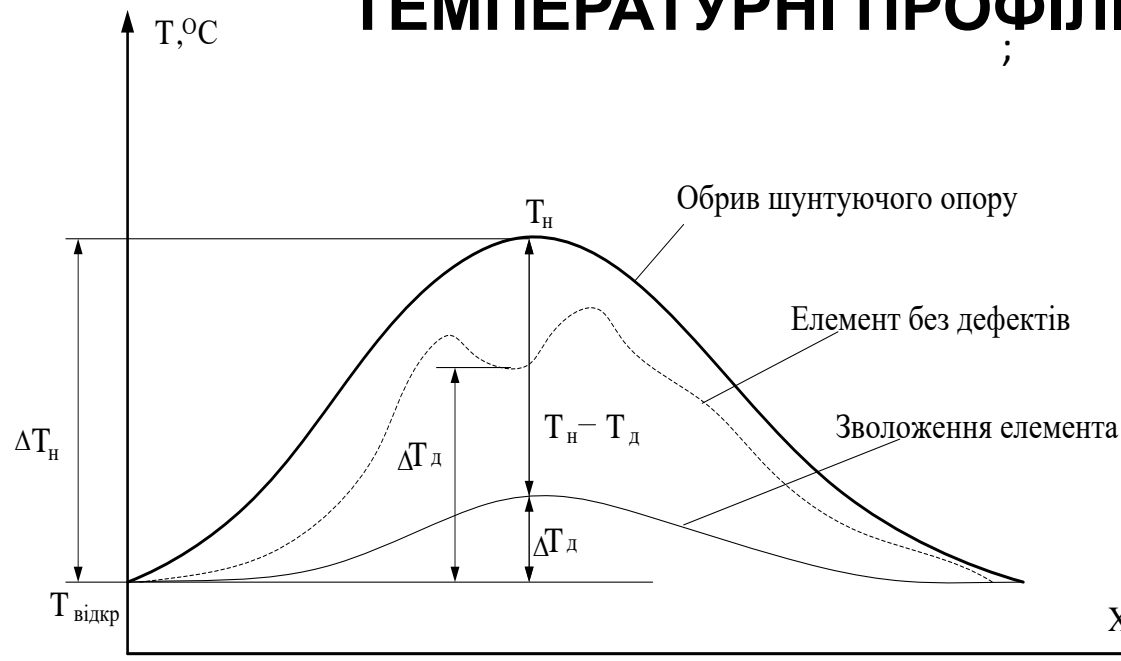


Рисунок 12.1 – поверхні елемента по його поздовжній осі.

При аналізі різних дефектів елемента розрядника зручно розглядати вид огинаючих температурних профілів (термопрофілограм) поверхні елемента. Огинаючі термопрофілограми найближче відображають тепловий стан внутрішніх частин елемента розрядника, т. к. відображає температури западин між ребрами порцелянової покришки елемента.

А ці западини найближче знаходяться до внутрішніх частин елемента; крім того, що огинаюча термопрофілограми ігнорує "хвилястість" температурного профілю поверхні елемента через наявність ребер на його порцеляновій покришці. Очевидно, що найбільша температура поверхні елемента є в місці розташування центру блоку іскрових проміжків і в міру переміщення до країв елемента, вона буде наближатися до температури навколишнього середовища, порівнюючи з нею у його країв.

Зволоженого елемента розряднику РВМ-330.

Більш холодний (на термограмах темніший) елемент 7, вище і нижче якого розташовані більш теплі (світлі) елементи 6 і 8. Для порівняння приведена термограма і результати її обробки для "здорової" фази цього ж розрядника.

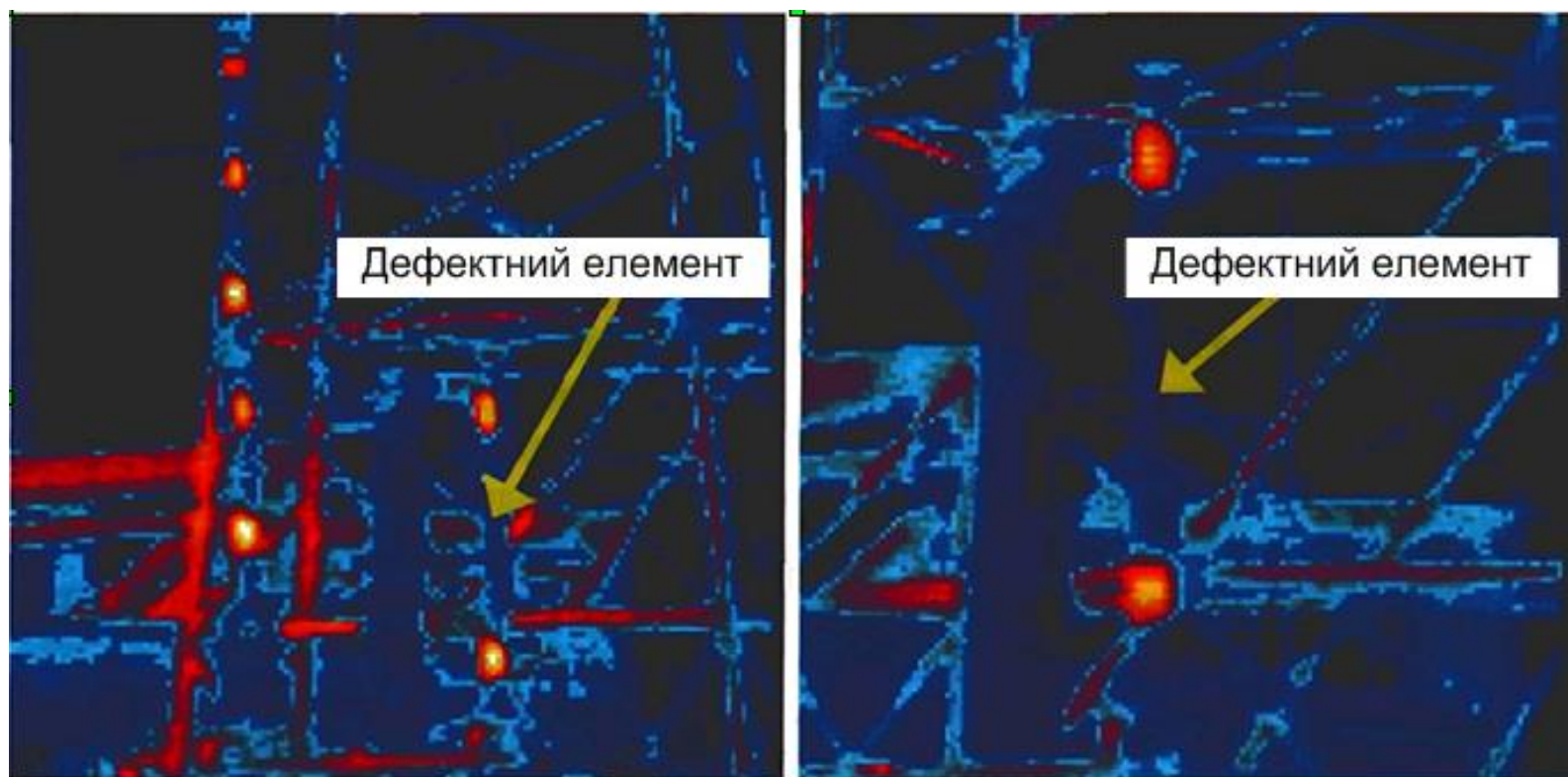


Рисунок 13.1 – Термограма фази розрядника; термограма елементів 6, 7 і 8.

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ

14

1. Максимальне перевищення температури поверхні елементів в "здоровій" фазі розрядника спостерігається в центрі розташування блоку іскрових проміжків (шунтуючих опорів). Воно коливається в межах від 15% до 27% від температури навколишнього середовища; максимальний перегрів справних елементів дефектної фази при цьому коливається в межах від 31% до 42% від температури навколишнього середовища.

2. Максимальне перевищення температури поверхні елемента з передбачуваним зволоженням (в даному випадку воно дорівнює 0% від температури навколишнього середовища) значно нижче, ніж максимальний перегрів поверхні будь-якого з справних елементів в цій же фазі.

Після тепловізійного контролю розрядник був виведений з роботи для проведення позачергових випробувань, які показали значне зниження опору ізоляції елемента 7 і збільшення його струму витоку вище допустимих норм. Розбирання елемента показала велике зволоження і корозію внутрішніх деталей його конструкції.

ЕТАПИ НЕЙРО-НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ

15

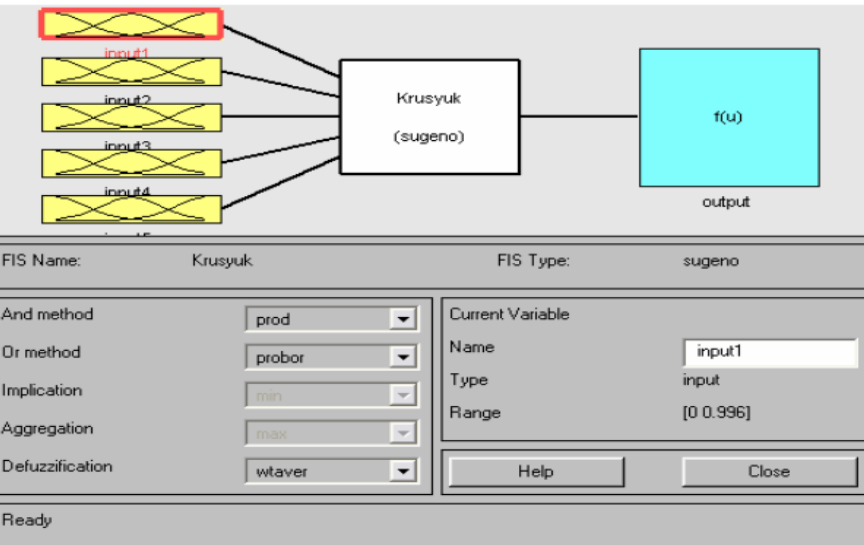


Рисунок 15.1 – Введення кількості вхідних та вихідних сигналів

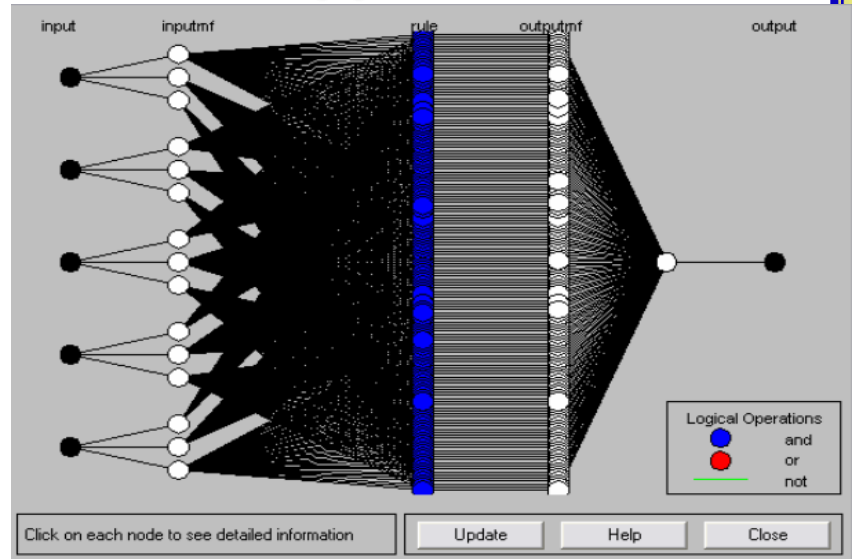


Рисунок 15.2 – Структура нейронної моделі

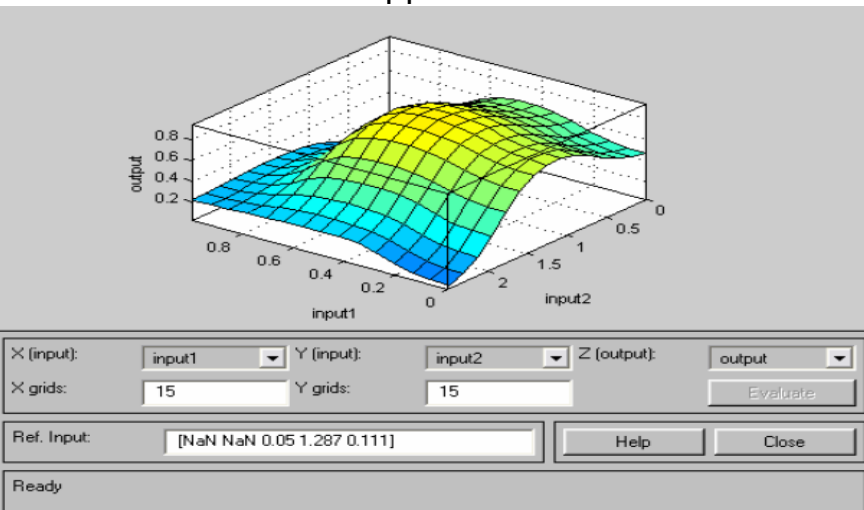


Рисунок 15.3 – Трьохвимірне представлення залежності показників якості функціонування від вх.1 і вх.2

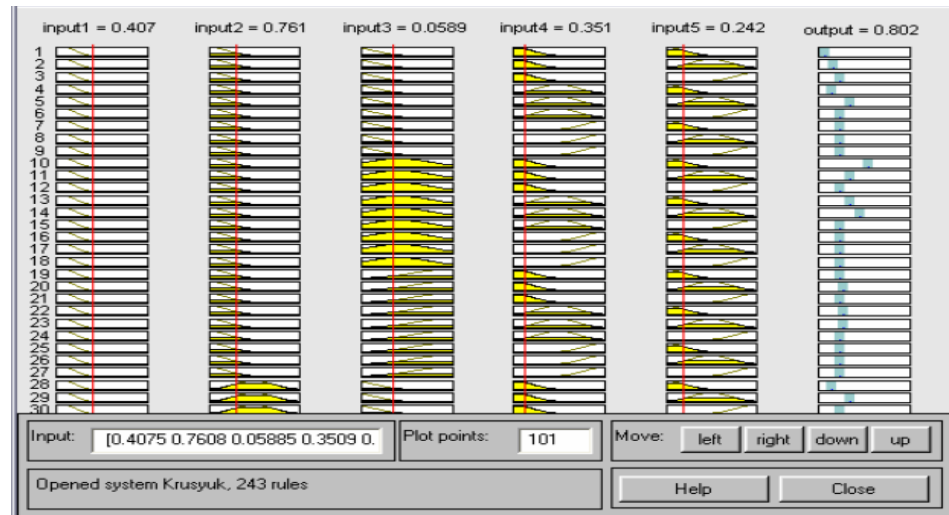


Рисунок 15.4 – Розрахунок заданих нейронних зв'язків

Економічне обґрунтування впровадження удосконаленої схеми захисту

16

На ліквідацію аварій в системі енергопостачання бригада з двох електромонтерів і одного електромеханіка затратила 10 год понаднормової роботи, з них - 5 г робота в нічний час. Середня годинна ставка двох електромонтерів - 250 грн. / рік; електромеханіка – 140 грн. / год. Середня відстань аварійних виїздів бригади - 40 км, число виїздів - 6; норма витрати палива спец автомобіля - 35 кг / 100 км; ціна палива - 20 грн. / кг. Вартість матеріалів і запасних частин, що використовуються під час ліквідації аварій, $C_{\text{мат}} = 120$ тис. грн.

1. Визначаємо річні поточні витрати ($C_{\text{пот.вит.}}$) на експлуатацію нової захисту при нормі витрат на поточне обслуговування $H_{\text{обсл}} = 0.5\%$ та терміні служби нової захисту – $t_{\text{сл}} = 12$ років.

$$C_{\text{обсл}} = 3500 \cdot \frac{0,5}{100} = 17,5 \text{ тис.грн}$$

$$C_a = \frac{3500}{12} = 290,0 \text{ тис.грн}$$

$$C_{\text{тек.защ.}} = 309,5 \text{ тис.грн}$$

2. Визначаємо збитки від недовідпуск електроенергії при відмові старого розрядника

$$\Delta D_{\text{э}} = \frac{440000}{8760} \cdot 16,5 \cdot 2,2 = 1823,3 \text{ тис.грн}$$

3. Визначаємо витрати на ліквідацію аварій.

$$C_{\text{зп}} = (250 + 140) \cdot 10 \text{ час.} \cdot 2,0 + (250 + 140) \cdot 5 \cdot 1,4 = 10,5$$

4. Визначаємо термін окупності установки нового ОПН, років:

$$C_{\text{тр}} = 50 \cdot 6 \cdot 2 \cdot \frac{35}{100} \cdot 20,0 = 4,2 \text{ тис. грн}$$

$$C_{\text{лкв}} = 10,5 + 4,2 + 120,0 = 134,7$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{3500,0}{1823,3 + 134,7 - 309,5} = 2,2 \text{ роки}$$

Отримані в роботі результати спрямовані на підвищення якості діагностування високовольтних розрядників шляхом врахування як ретроспективних, так і поточних значень діагностичних параметрів та використання методів нейро-нечіткого моделювання.

1. На основі дослідити призначення, галузь застосування та конструктивних особливостей високовольтних розрядників доведено, що в Україні експлуатується багато різних за конструкцією таких електричних апаратів.
2. Аналіз пошкоджуваності та існуючих методів та засобів діагностування розрядників свідчить про необхідність їх вдосконалення.
3. Дослідження існуючих комп'ютерних систем діагностування свідчить про впровадження в експлуатацію як систем функціонального так тестового періодичного контролю та діагностування високовольтних розрядників

4. Розроблена нейро-нечітка модель коефіцієнта залишкового ресурсу високовольтного розрядника, яка шляхом врахування як поточних так і ретроспективних даних дозволяє оцінити залишковий ресурс розрядника в умовах експлуатації. Це дасть змогу вчасно вжити заходів з попередження аварійних ситуацій, які викликані пошкодженнями цих розрядників.
5. Визначені економічні показники які доводять ефективність заходів з заміни високовольтних розрядників на обмежувачі перенапруг;
6. Розглянуті заходи з забезпечення безпечної експлуатації високовольтного обладнання.

Дякую за увагу
Доповідь закінчена