

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра ЕСС

**Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:**

**« МЕТОДИ І ЗАСОБИ ДІАГНОСТУВАННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ
НАПРУГОЮ 6-35 кВ »**

Виконав:
Ст.гр.1ЕСМ-17м
Кульчук В.С.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:
д.т.н.професор Кутін В.М.

Найбільш поширеним видом пошкоджень в РМ ПЛЕП є замикання на землю, які складають 60-90%, від усіх видів пошкоджень. Їх поява призводить до виникнення небезпеки ураження людей струмом, до суттєвого зниження, якості і надійності електропостачання, виникнення в РМ значних понаднормативних технічних втрат електроенергії. Основною причиною виникнення замикань на землю є утворення шунтувальних зв'язків між струмоведучими частинами РМ і землею. Існуючі методи, основані на періодичному випробуванні ізоляції підвищеною напругою, через невисоку чутливість не дозволяють виявляти пошкодження ізоляції відносно землі на ранніх стадіях їх розвитку.

Тому одна із основних є мета визначення умов роботоздатності ізоляції в процесі експлуатації, а також розробки і впровадження в РМ досконалих методів діагностування технічного стану ізоляції, які дозволяють виявити пошкодження на ранніх стадіях їх розвитку під робочою напругою.

Мета МКР: Мета даної магістерської роботи є визначення умов роботоздатності ізоляції повітряних розподільних мереж шляхом врахування параметрів електробезпеки і витікання струму на землю в умовах експлуатації.

Задачі МКР:

- аналіз об'єкта дослідження (характер пошкодження, причини пошкоджень);
- аналіз існуючих методів і засобів підвищення надійності контролю ізоляції;
- дослідження діагностичної моделі для визначення умов роботоздатності ізоляції РМ;
- аналіз методики розрахунку економічної ефективності використання діагностичного комплексу контролю роботоздатності ізоляції РМ відносно землі;
- дослідження заходів з охорони праці під час електромонтажних робіт в мережах 6-35 кВ.

Об'єктом дослідження є процеси зміни технічного стану елементів в РМ.

Предметом дослідження є діагностична модель умов роботоздатності ізоляції РМ.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ



Любий ізоляційний матеріал, такий як скло чи глазурована порцеляна, має поверхневу і об'ємну провідності, які викликають появу струмів витоку вздовж поверхні чи об'єму діелектрика. Нерівномірність забруднення призводить до виникнення неоднорідності у розподілі падіння напруги вздовж поверхні ізолятора і виникнення часткових розрядів.

Скло має властивість утворювати при зростанні вологості повітря адсорбційну плівку, в якій під дією підвищеної температури може відбуватись процес гідролізу і утворення кремнієвої плівки, що значно підвищує абсорбційні властивості поверхні. Це призводить до різкого збільшення поверхневої провідності і струму витоку вздовж поверхні ізолятора.



АНАЛІЗ ПРИЧИН ЗМІНИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ

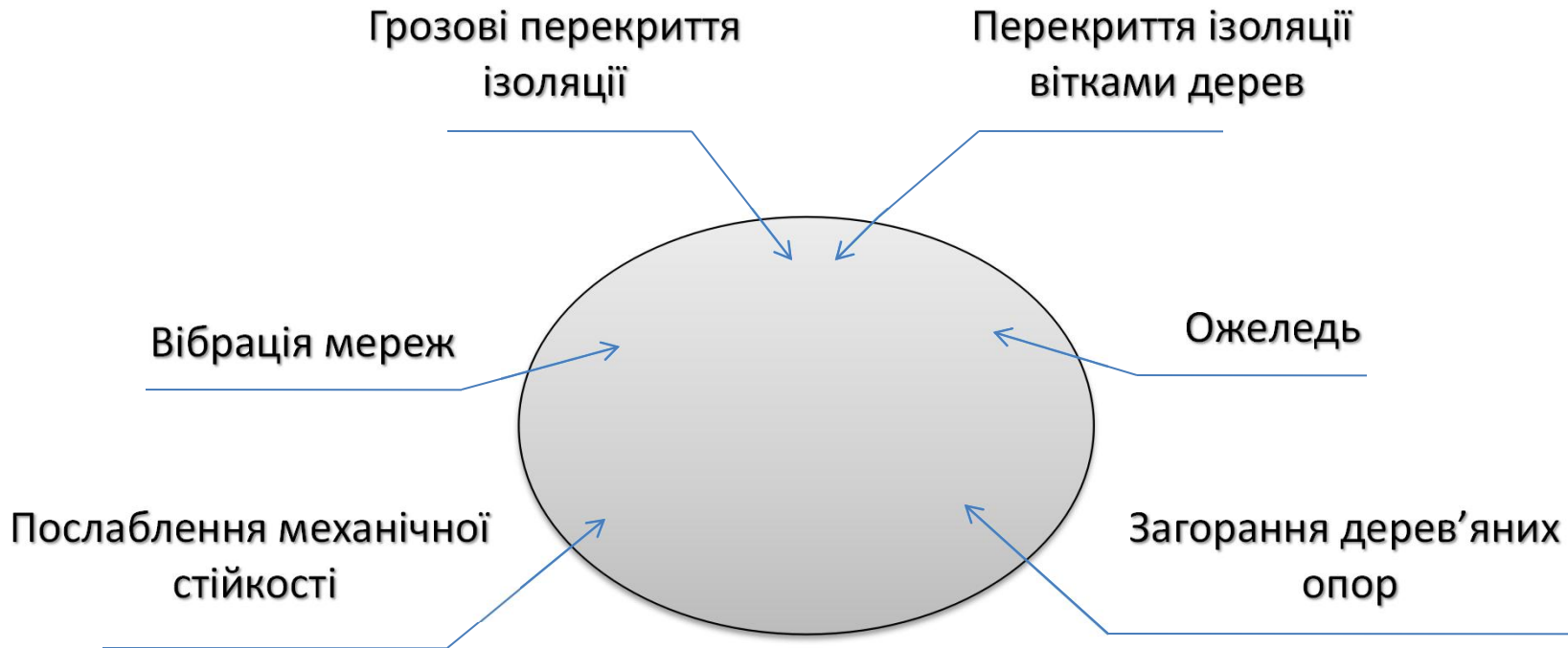


Рисунок 4 – Фактори, які впливають на зміну технічного стану ізолятора

ВИБІР ПОКАЗНИКІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ

Задача вибору показників технічного стану ізоляції полягає у розгляді всіх можливих електротехнічних характеристик ізоляції, виходячи з аналізу на основі вибраних критеріїв (безпеки експлуатації і економічності функціонування).

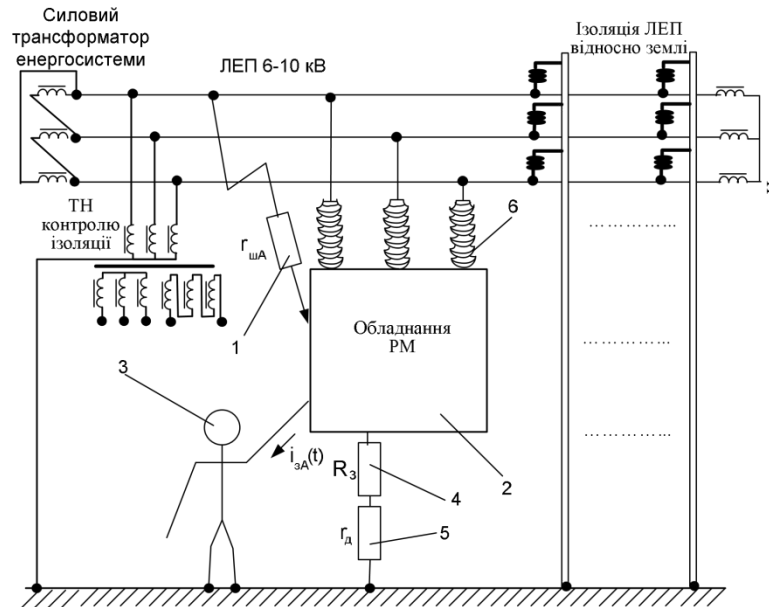


Рисунок 5 - Модель виникнення
пошкодження ізоляції

ВИБІР ПОКАЗНИКІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ

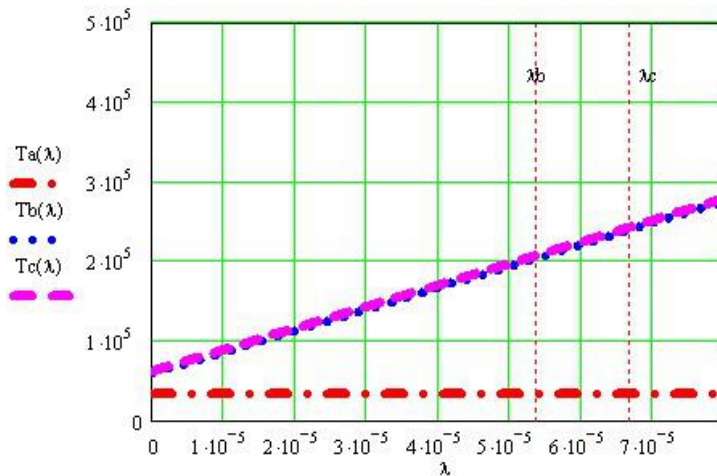
Математичної моделі критерію безпеки для визначення роботоздатності ізоляції має вигляд:

$$\begin{cases}
 I_{3A} = \frac{g_{ша} \cdot g_l}{g_{ша} + g_l + g_3} \cdot \frac{1,5 \cdot U_f}{\sqrt{(g_a + g_b + g_c)^2 + (\omega(C_a + C_b + C_c) - B_L)^2}} \\
 \times \sqrt{\left[g_b + g_c + \frac{\omega}{\sqrt{3}}(C_c - C_b) \right]^2 + \left[\frac{g_b + g_c}{\sqrt{3}} + \omega(C_b - C_c) - \frac{2B_L}{3} \right]^2}; \\
 I_{3B} = \frac{g_{ша} \cdot g_l}{g_{шв} + g_l + g_3} \cdot \frac{1,5 \cdot U_f}{\sqrt{(g_a + g_b + g_c)^2 + (\omega(C_a + C_b + C_c) - B_L)^2}} \\
 \times \sqrt{\left[g_a + g_b + \frac{\omega}{\sqrt{3}}(C_c - C_b) \right]^2 + \left[\frac{g_a + g_b}{\sqrt{3}} + \omega(C_b - C_c) - \frac{2B_L}{3} \right]^2}, \\
 I_{3C} = \frac{g_{ша} \cdot g_l}{g_{шс} + g_l + g_3} \cdot \frac{1,5 \cdot U_f}{\sqrt{(g_a + g_b + g_c)^2 + (\omega(C_a + C_b + C_c) - B_L)^2}} \\
 \times \sqrt{\left[g_a + g_b + \frac{\omega}{\sqrt{3}}(C_c - C_b) \right]^2 + \left[\frac{g_a + g_b}{\sqrt{3}} + \omega(C_b - C_c) - \frac{2B_L}{3} \right]^2}.
 \end{cases} \quad (1)$$

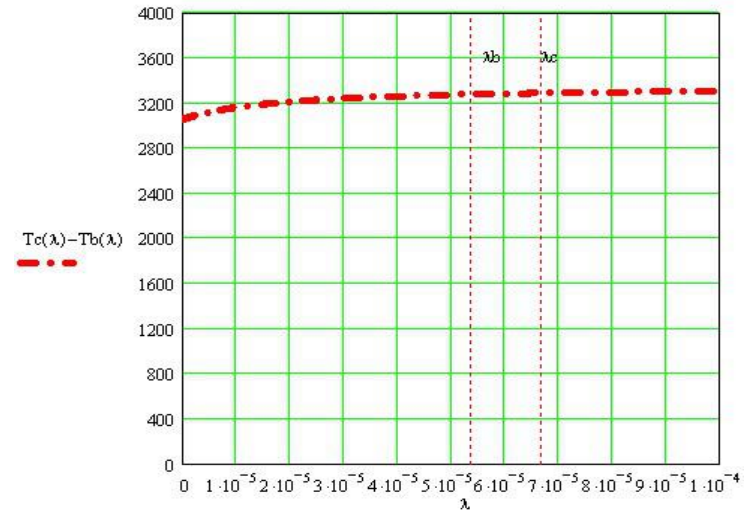
Математична модель критерію економічності функціонування для визначення роботоздатності ізоляції матиме наступний вигляд:

$$\begin{cases}
 \Delta P_{isA} = \frac{2,25 \cdot U_f^2 \cdot g_a}{\sqrt{(g_a + g_b + g_c)^2 + (\omega(C_a + C_b + C_c) - B_L)^2}} \times \\
 \times \left[\left[g_a + g_b + \frac{\omega}{\sqrt{3}}(C_c - C_b) \right]^2 + \left[\frac{g_a + g_b}{\sqrt{3}} + \omega(C_b - C_c) - \frac{2B_L}{3} \right]^2 \right] \\
 \Delta P_{isB} = \frac{2,25 \cdot U_f^2 \cdot g_a}{\sqrt{(g_a + g_b + g_c)^2 + (\omega(C_a + C_b + C_c) - B_L)^2}} \times \\
 \times \left[\left[g_a + g_b + \frac{\omega}{\sqrt{3}}(C_c - C_b) \right]^2 + \left[\frac{g_a + g_b}{\sqrt{3}} + \omega(C_b - C_c) - \frac{2B_L}{3} \right]^2 \right] \\
 \Delta P_{isC} = \frac{2,25 \cdot U_f^2 \cdot g_a}{\sqrt{(g_a + g_b + g_c)^2 + (\omega(C_a + C_b + C_c) - B_L)^2}} \times \\
 \times \left[\left[g_a + g_b + \frac{\omega}{\sqrt{3}}(C_c - C_b) \right]^2 + \left[\frac{g_a + g_b}{\sqrt{3}} + \omega(C_b - C_c) - \frac{2B_L}{3} \right]^2 \right]
 \end{cases} \quad (2)$$

ПЕРЕВІРКА ІНФОРМАТИВНОСТІ ВИБОРУ ПОКАЗНИКІВ РОБОТОЗДАТНОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ



a)



б)

Рисунок 7 - Залежності норм векторів відносних чутливостей від відхилення:
 а – загальний графік залежностей;
 б – функція різниці норми чутливості до g_c і норми чутливості до g_b

АНАЛІЗ ПРОСТОРУ ЗМІНИ ЗНАЧЕНЬ ДІАГНОСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТОЗДАТНОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ

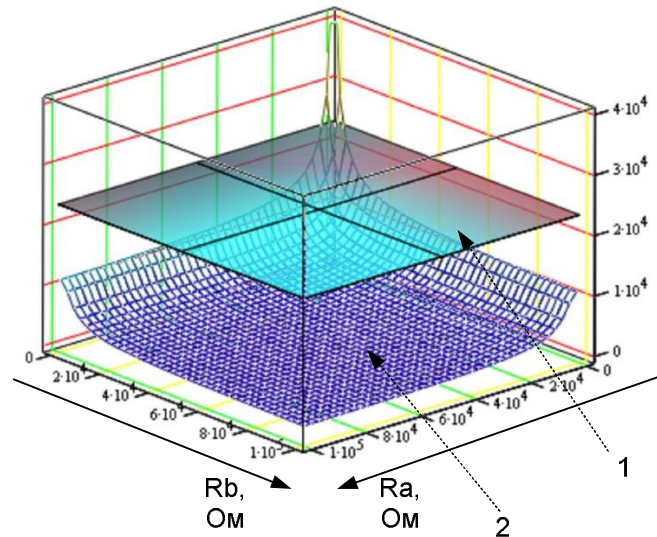


Рисунок 8 - Поверхня залежності потужності втрат в ізоляції із за струмів стікання на землю від обернених величин діагностичних показників для вологості погоди

АНАЛІЗ ПРОСТОРУ ЗМІНИ ЗНАЧЕНЬ ДІАГНОСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТОЗДАТНОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ

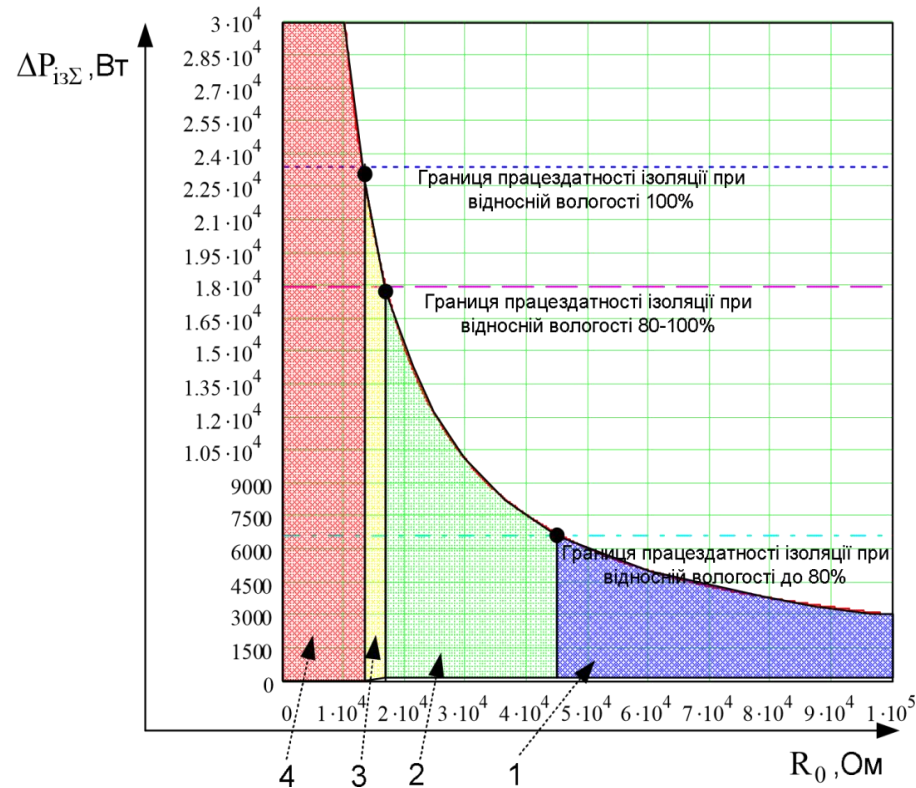
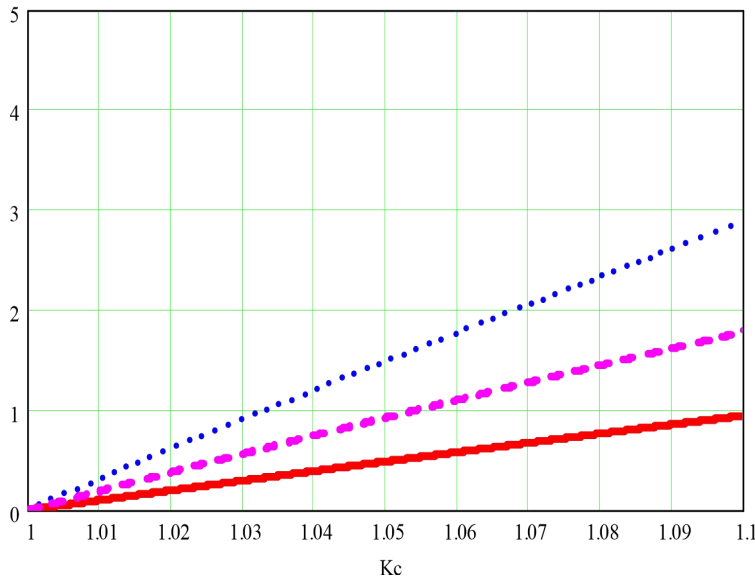
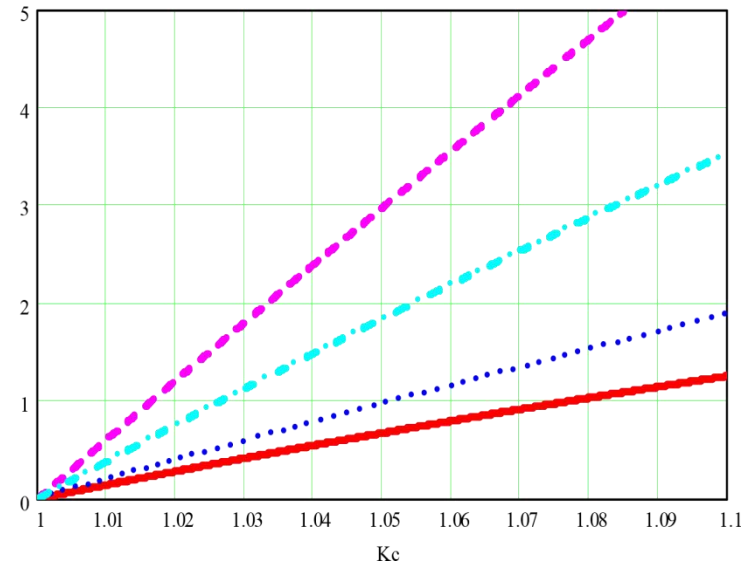


Рисунок 9 - Залежність потужності втрат в ізоляції із за струмів стікання на землю від загального опору ізоляції відносно землі $P_{iz} = f(R_0)$

ОЦІНКА АДЕКВАТНОСТІ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ РОБОТОЗДАТНОСТІ



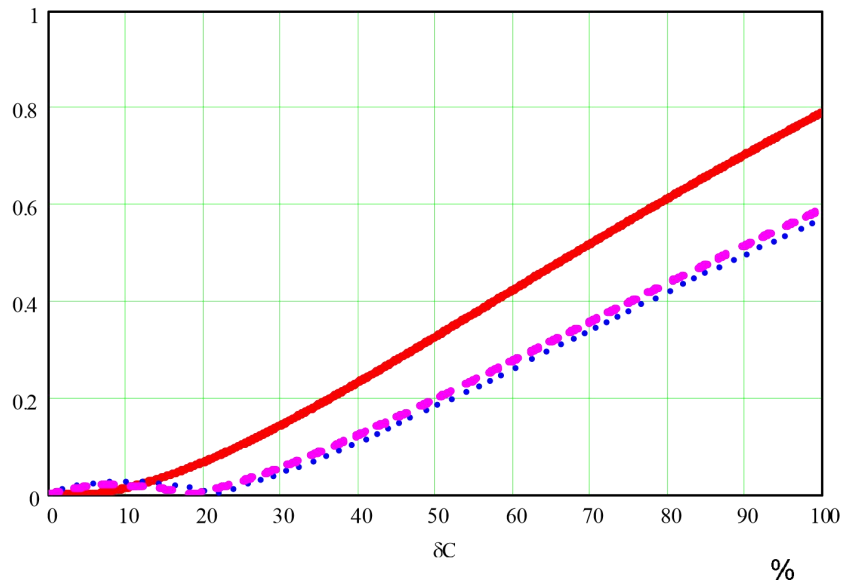
a)



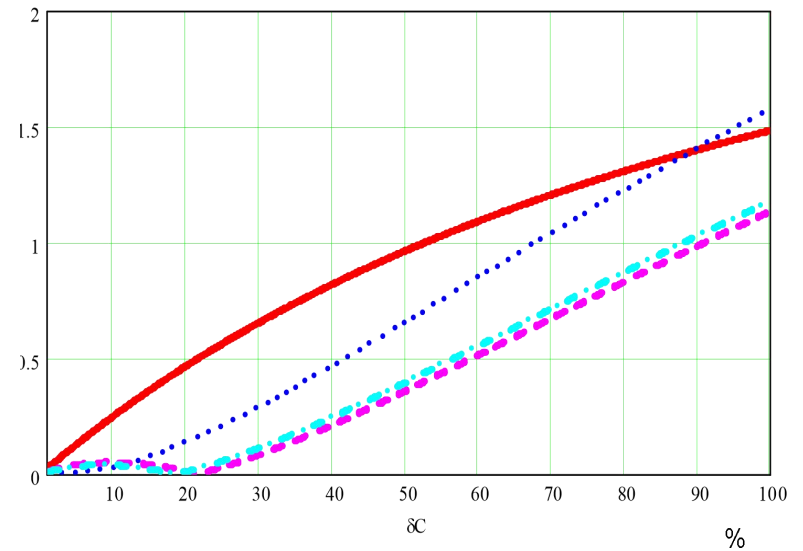
б)

Рисунок 10 - Відносна похибка методу при введенні допущення

ОЦІНКА АДЕКВАТНОСТІ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ РОБОТОЗДАТНОСТІ



a)



б)

Рисунок 11 - Відносна похибка методу при введєнні допущєння

МЕТОД НЕПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ІЗОЛЯЦІЇ

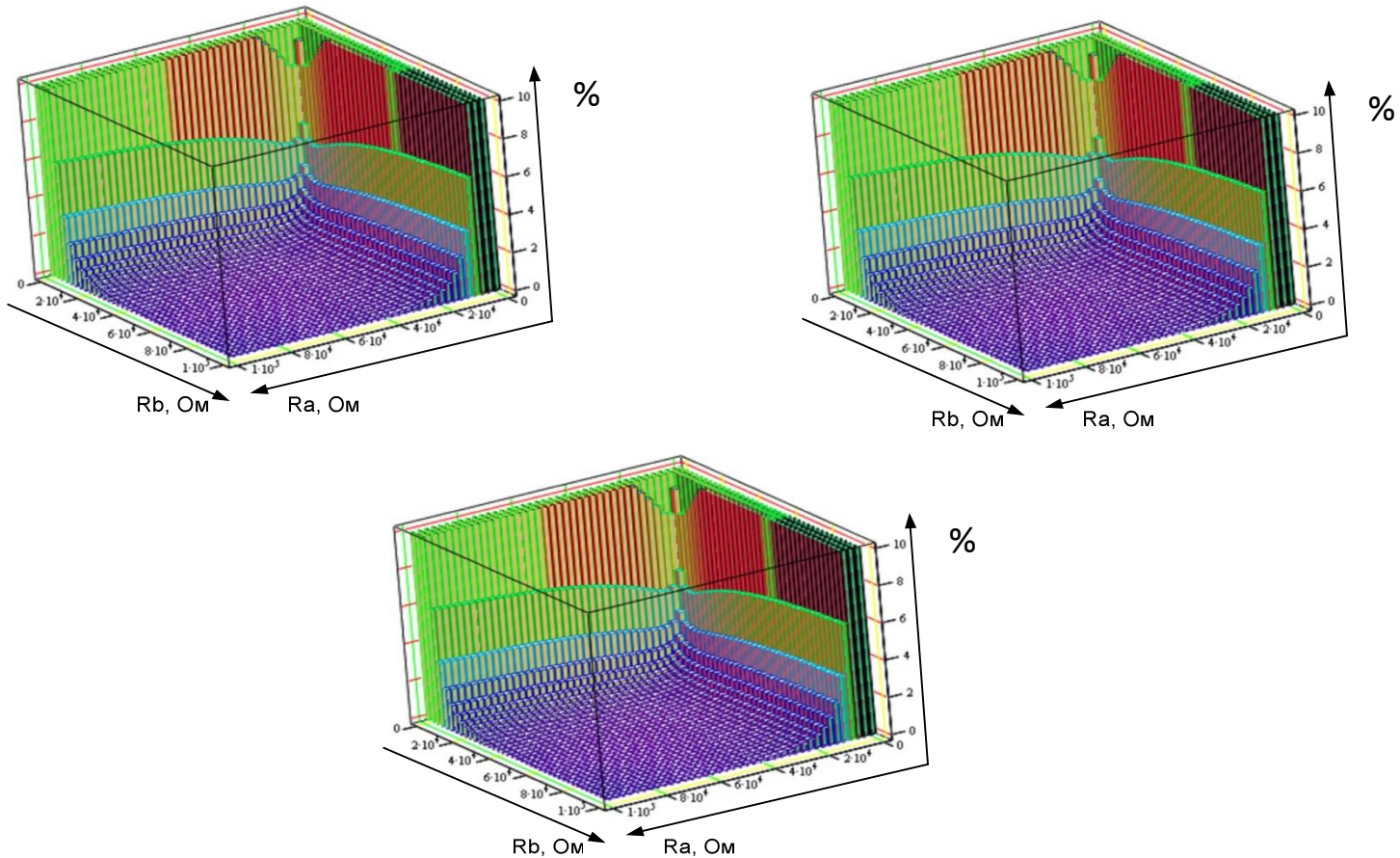
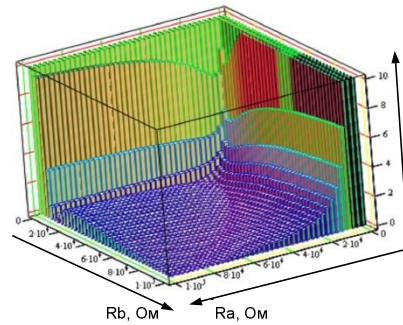
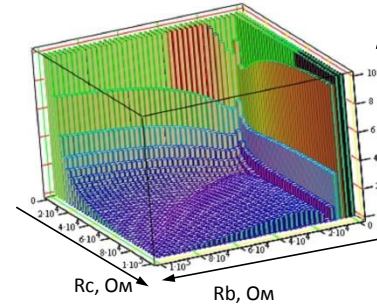


Рисунок 12 - Залежність похибки розрахункової формули від рівня несиметрії активних опорів (провідностей) ізоляції фаз відносно землі при симетрії ємностей відносно землі

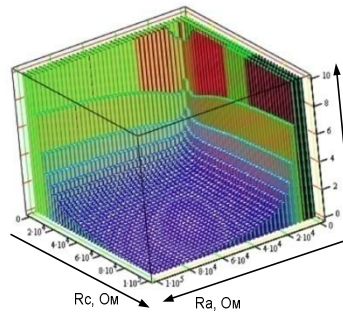
МЕТОД НЕПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ІЗОЛЯЦІЇ



а)



б)



в)

Рисунок 13 - Залежність похибки розрахункової формули від рівня несиметрії активних опорів (провідностей) ізоляції фаз відносно землі при несиметрії ємностей відносно землі

МЕТОД ПЕРІОДИЧНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ІЗОЛЯЦІЇ ФАЗ РМ ВІДНОСНО ЗЕМЛІ 14

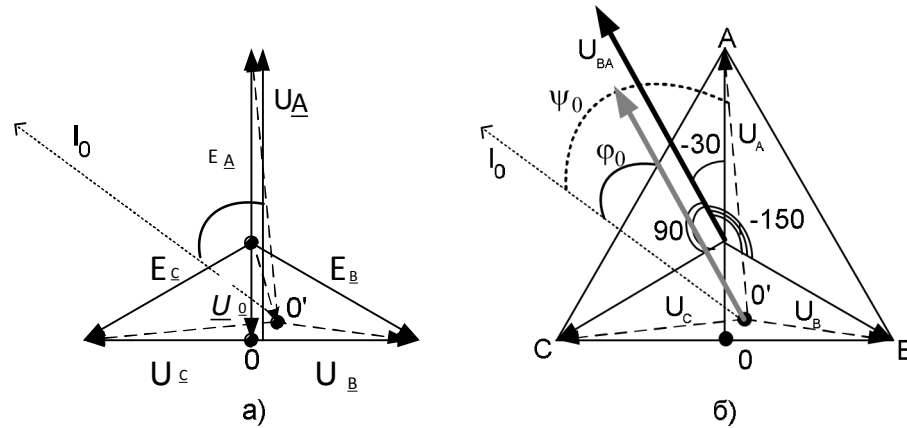


Рисунок - 14 Векторна діаграма до методу контролю ізоляції а) – пояснення принципу зміщення нейтралі; б) – пояснення до формул для визначення параметрів ізоляції фаз на основі показів ВАФу.

ВИСНОВКИ

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що вдосконалено математичну модель визначення умов роботоздатності ізоляції, яка враховує параметри безпеки та струм витікання на землю в умовах експлуатації розподільних мереж, що дозволяє підвищити рівень надійності експлуатації електричних мереж. Отримав подальший розвиток метод неперервного контролю ізоляції, який ґрунтується на вимірюванні мінімальних фазних напруг, що дозволяє збільшити вірогідність контролю РМ.

1. Було проаналізовано загальні принципи виникнення пошкоджень на рівні структурних елементів ізоляції РМ

2. Проаналізовано причини зміни технічного стану ізоляції (грозові перекриття, перикриття ізоляції вітками дерев; вібрація мереж, тощо).

3. На основі моделі виникнення пошкодження ізоляції було отримано математичні моделі визначення роботоздатності ізоляції.

4. Проведено аналіз простору зміни значень діагностичних показників шляхом побудови залежності потужності втрат в ізоляції.

5. Розраховано економічну ефективність використання ДККПІ, для ПС 6—10 кВ.

6. Було розроблено і проаналізовано основні заходи щодо Охорони праці у надзвичайних ситуаціях, при роботі на лініях 6-35 кВ.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ
ДОПОВІДЬ ЗАКІНЧЕНО