

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
кафедра електромеханіки та машинобудування

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ПРОФЕСІЙНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ УКРАЇНСЬКОЇ
ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНОЇ АКАДЕМІЇ



НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, НАУЦІ ТА ВИРОБНИЦТВІ

Матеріали III Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції
(м. Покровськ, 29-30 квітня 2021 року)

Покровськ
ДВНЗ «ДонНТУ»
2021

УДК (062)[37+001.891+330+620+622+004+502/504+681+621.3]

Н 73

Рекомендовано Вченою радою Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» Міністерства освіти і науки України (Протокол № 5 від 20.05.2021).

Н 73 **Новітні технології в освіті, науці та виробництві: збірник матеріалів III Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, 29-30 квітня 2021 р. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2021.– 194 с.**

ISBN 978-966-377-243-1

У збірнику опубліковано матеріали III Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, в яких розглянуті питання актуальних проблем механізації і автоматизації енергоємних виробництв, розробки корисних копалин та охорони праці, соціально-економічного та наукового розвитку регіонів України.

Збірник розрахований на наукових співробітників, викладачів, інженерно-технічних працівників, а також аспірантів і студентів вищих навчальних закладів України та світу.

УДК (062)[37+001.891+330+620+622+004+502/504+681+621.3]

ПОЧЕСНІ ЧЛЕНИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ

Ляшок Ярослав Олександрович - ректор ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», д-р екон. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

Шевчук Степан Прокопович - завідувач кафедри електромеханічного обладнання енергоємних виробництв, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», д-р техн. наук, професор, м. Київ, Україна.

Шашенко Олександр Миколайович – проректор з міжнародних відносин, професор кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», д-р техн. наук, професор, м. Дніпро, Україна.

Самуся Володимир Ілліч - завідувач кафедри гірничої механіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», д-р техн. наук, професор, м. Дніпро, Україна.

Скобенко Олександр Васильович – декан факультету будівництва, доцент кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», канд. техн. наук, доцент, м. Дніпро, Україна.

Лапшин Олександр Єгорович - професор кафедри рудникової аерології та охорони праці, ДВНЗ «Криворізький національний університет», д-р техн. наук, професор, м. Кривий Ріг, Україна.

Чухарєв Сергій Михайлович – доцент кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин, Національний університет водного господарства та природокористування, канд. техн. наук, доцент, м. Рівне, Україна.

Roland Iosif Moraru – research vice-rector University of Petroșani, Professor, Ph. D. Habil. Eng., Romania.

Абишева Зинеш Садировна – директор Гірничо-металургійного інституту ім. О. А. Байконурова «Казахський національний дослідний технічний університет ім. О.А. Сатпаєва», д-р техн. наук, академік НАН РК, професор, Казахстан.

Lidia Gawlik – deputy director for research, Mineral and Energy economy research institute of the Polish academy of sciences, D. Sc., Eng., associate professor, Poland.

Моїсєєнко Лариса Миколаївна – завідувача кафедрою історії та права ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. істор. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

Коломієць Валерій Віталійович – керівник Навчально-наукового професійно-педагогічного інституту Української інженерно-педагогічної академії, канд. техн. наук,

доцент, м. Бахмут, Україна.

Несторук Наталя Анатоліївна – доцент кафедри психології та педагогіки, Горлівський інститут іноземних мов ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», канд. пед. наук, доцент, м. Бахмут, Україна.

Сергієнко Людмила Григорівна – доцент кафедри вищої математики та фізики, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. пед. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

Толкунов Ігор Олександрович – начальник кафедри піротехнічної та спеціальної підготовки Харківського національного університету цивільного захисту України, полковник служби ЦЗ, канд. техн. наук, доцент, м. Харків, Україна.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова оргкомітету:

Калиниченко Валерій Вікторович – завідувач кафедри електромеханіки та машинобудування, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. техн. наук, м. Покровськ, Україна.

Члени оргкомітету:

Гого Володимир Бейлович - професор кафедри електромеханіки та машинобудування, ДВНЗ «ДонНТУ», д-р техн. наук, професор, м. Покровськ, Україна.

Семенченко Анатолій Кирилович - професор кафедри електромеханіки та машинобудування, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», д-р техн. наук, професор, м. Покровськ, Україна.

Семенченко Дмитро Анатолійович – доцент кафедри електромеханіки та машинобудування, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. техн. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

Повзун Олексій Іванович – доцент кафедри електромеханіки та машинобудування, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. техн. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

Кондратенко Віктор Григорович – доцент кафедри електромеханіки та машинобудування, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. техн. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

Бабенко Марина Олегівна – старший викладач кафедри електромеханіки та машинобудування, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. пед. наук, м. Покровськ, Україна.

Горячева Тетяна Володимирівна – старший викладач кафедри електромеханіки та машинобудування, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна.

Придятько Ігор Владиславович – старший викладач кафедри електромеханіки та машинобудування, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна.

Белицький Павло Володимирович – старший викладач кафедри електромеханіки та машинобудування, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна.

Секретар конференції:

Алтухова Тетяна Володимирівна – асистент кафедри електромеханіки та машинобудування, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

Редакційна колегія повідомляє, що автори публікацій несуть відповідальність за достовірність поданої інформації, зміст матеріалів, їх мовно-стилістичне оформлення.

ЗМІСТ

ВІТАЛЬНЕ СЛОВО	9
Секція 1. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ЕНЕРГЕТИКОЮ, МЕХАНІЗАЦІЄЮ І АВТОМАТИЗАЦІЄЮ	
Алтухова Т.В. (м. Покровськ, Україна), Борзистий Д.В. (м. Прага, Чехія) ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО РОЗРЯДУ ПРИ РУЙНУВАННІ НЕЕЛЕКТРИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ	10
Алтухова Т.В., Придятько І.В., Карих М.Ю. (м. Покровськ, Україна) МОДЕЛЮВАННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИТКОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ В ТРАНСФОРМАТОРАХ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛІО	16
Горячева Т.В. (м. Покровськ, Україна) ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА, ЯК МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ГІДРОПРИВОДА ШАХТНОГО ОБЛАДНАННЯ	20
Горячева Т.В., Процик О.В. (м. Покровськ, Україна) ГІДРОПРИВІД – ОПТИМАЛЬНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ЕНЕРГОЄМНОГО ОБЛАДНАННЯ	22
Горячева Т.В. (м. Покровськ, Україна), Черепеніна К.О. (м. Варшава, Польща) ОСНОВНІ ПРИЙОМИ ПРИ ДІАГНОСТИЦІ СТАНУ ГІДРОПРИВОДІВ	24
Залужна Г. В. (м. Бахмут, Україна) ВІДКРИТИЙ РОЗПОДІЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРИЄДНАННЯ ПОВІТРЯНОЇ ЛІНІЇ 330 КВ «КУП'ЯНСЬК – КРЕМІНСЬКА»	27
Калиниченко В.В., Важинський К.В., Погорілов В.В. (м. Покровськ, Україна) ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗМАЩЕННЯ ГІРНИЧИХ МАШИН	30
Кондратенко В.Г. (м. Покровськ, Україна) ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ШАХТНОГО НАСОСА	34
Кондратенко В.Г. (м. Покровськ, Україна) ТЕОРЕТИЧНЕ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОСЬОВОЇ СИЛИ ВІДЦЕНТРОВИХ ШАХТНИХ НАСОСІВ ЦНС 300-120...600	36
Любименко О.М. (м. Покровськ, Україна) КІНЕТИКА ПРОТІКАННЯ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ ГРАДІЄНТНОГО СПЛАВУ ПАЛАДІО З ВОДНЕМ	39
Мотузний В.М., Семенченко А.К. (м. Покровськ, Україна) ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОЧИСНОГО КОМБАЙНОВОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИЙМАННЯ ТОНКИХ ПОЛОГОПОХИЛИХ ПЛАСТІВ	42

6. Wright K.C. New fouling prevention method using a plasma gliding arc for produced water treatment / K. C. Wright, H. S. Kim, D. J. Cho, A. Rabinovich, A. Fridman, Y. I. Cho // Desalination Journal. – 2014. – Volume 345. – P. 64–71. [doi: 10.1016/j.desal.2014.04.022](https://doi.org/10.1016/j.desal.2014.04.022)
7. Yan F. Study on the interaction mechanism between laser and rock during perforation/Fei Yan, Yafei Gu, Yajun Wang, Chunming Wang // Optics & Laser Technology Journal. – 2013. – Volume 54. – P. 303–308. [doi: 10.1016/j.optlastec.2013.06.012](https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2013.06.012)
8. Ризун А. Р., Голень Ю. В., Денисюк Т. Д., Поздеев В. А. Разработка и внедрение технологического процесса электроразрядного разрушения донных грунтов. Наука та інновації. 2007. Т.3. С. 50 – 54.
9. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебания и волн. – НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». – 2000. – 560 с.

УДК 004.942::621.314

Алтухова Т.В., асис. каф. ЕМ, **Придятько І.В.**, ст. викл. каф. ЕМ,
Карих М.Ю., магістр гр. ГМКм-20,
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ,
Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИТКОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ В ТРАНСФОРМАТОРАХ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ

Анотація. Роботу присвячено визначенню функціонального зв'язку між опором виткової ізоляції і параметрами струму трансформаторів з ізольованою нейтраллю. Дослідження забезпечувалося за допомогою прикладної програми Matlab – Simulink, де виявлено кореляційний зв'язок між струмом витоку і різницями струмів високої сторони трансформатора, що дозволить з певною ймовірністю контролювати стан виткової ізоляції обмоток трансформаторів.

Ключові слова: моделювання діагностичних параметрів, виткова ізоляція, трансформатор, ізольована нейтраль.

Проблема надійності енергомеханічного обладнання з кожним роком становить більш актуальною через несприятливі умови його експлуатації на промислових підприємствах. Також впливає і термін експлуатації, так як частіше за все він перевищує граничний термін, тому контроль технічного стану машин є перспективним напрямком в підвищенні його ефективності експлуатації та продовження строку служби. Всі існуючі методи та засоби контролю і діагностики технічного стану базуються на взаємозв'язку певного дефекту та його прояву при зміні певного параметру, що є доступним для виміру. Наприклад, захист будь-якої електричної машини від перевищення струму забезпечується максимальним реле, що реагує на точно задане значення струму, тому з виявленням несправностей значення величини, що вимірюється, може в певних межах приймати будь-які значення, однак характеристики змінюються за певним законом, що базується на статистичному зв'язку.

Одним з випадків цього зв'язку вважається кореляційний зв'язок, який полягає в тому, що різним значенням однієї змінної, наприклад, опору ізоляції, відповідають різні середні значення іншої, наприклад, струму від джерела енергії. Таким чином, при зміні значень опору ізоляції приводить до зміни середнього значення струму, тоді як в окремому випадку значення струму може приймати безліч значень, зазвичай з різними ймовірностями.

Практичне значення кореляційного зв'язку полягає в тому, що виділяється один фактор, що впливає на варіацію результативної ознаки, серед усіх факторів, що впливають на дану ознаку. Наприклад, струм трансформатора має залежність від декількох наступних факторів: навантаження, напруги, наявності гармонік і від опору ізоляції. В нашому випадку при моделюванні діагностичних параметрів виткової ізоляції в трансформаторах з ізолюваною нейтраллю обираються параметри струму через те, що їх досить легко за допомогою трансформаторів струму, якими оснащене існуюче електрообладнання. Таким чином моделювання виконується за такими параметрами, як значення струмів високої та низької сторін трансформатора та різниця фаз струму.

Моделювання діагностичних параметрів виткової ізоляції в трансформаторах з ізолюваною нейтраллю виконувалося за допомогою програми Matlab – Simulink (рис. 1).

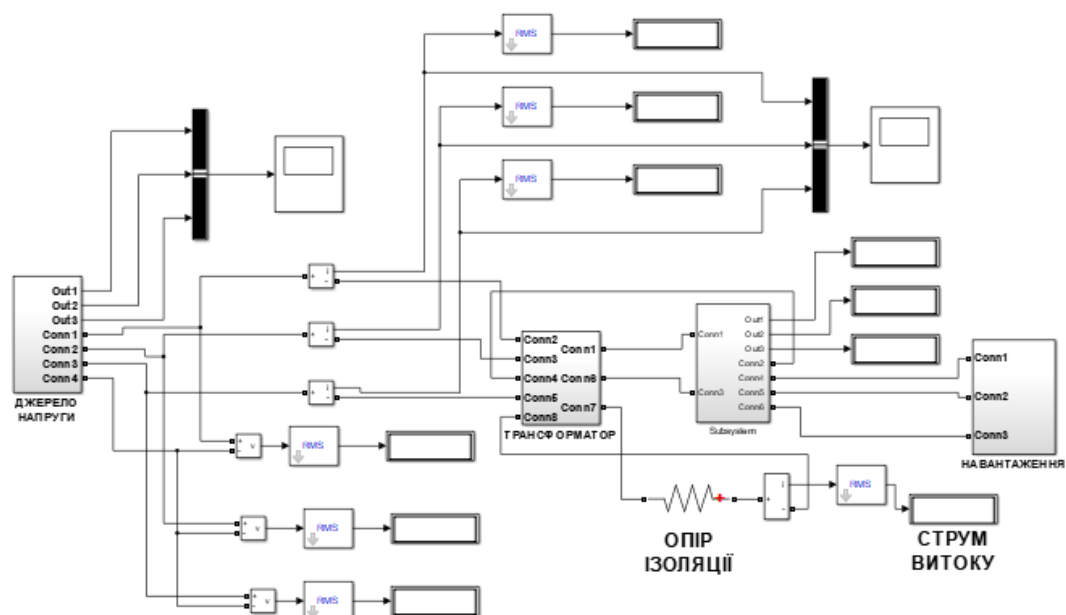


Рисунок 1 – Схема з ізолюваною нейтраллю для визначення впливу опору виткової ізоляції

Отримані результати вимірів зображені на рисунку 2.

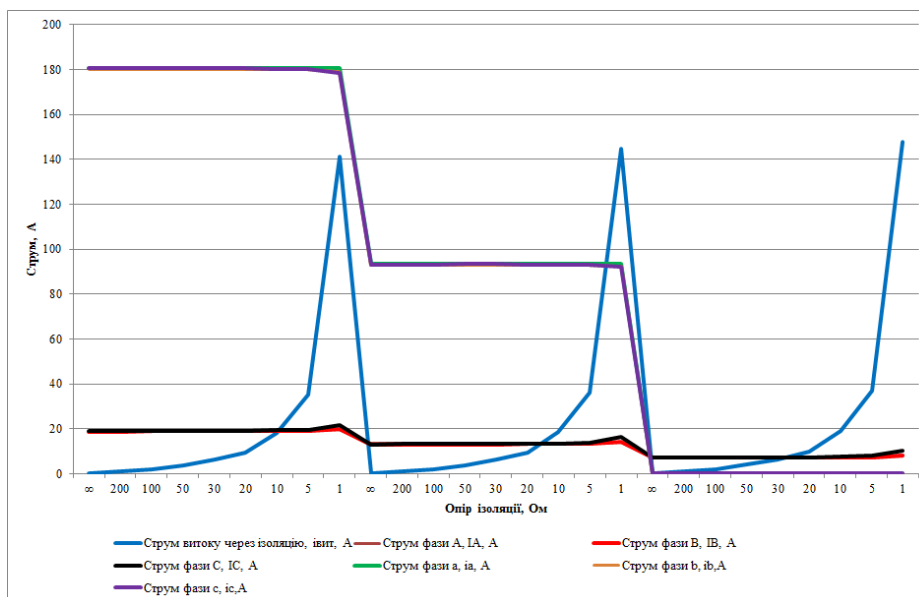


Рисунок 2 - Результати вимірювань у схемі електроживлення з ізолюваною нейтраллю

Визначення коефіцієнтів кореляційного зв'язку між параметрами струмів у фазах та струмом витоку через виткову ізоляцію виконувалося за допомогою формули [1]:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^m x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m y_i}{n}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^m x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^m x_i \right)^2}{n} \right) \left(\sum_{i=1}^m y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^m y_i \right)^2}{n} \right)}}, \quad (1)$$

де r - коефіцієнт кореляції між величинами, x і y – величини, між якими відшукується кореляція, у даному разі кореляція між параметрами струмів у лініях трансформатора і струмом витоку через ізоляцію, m – величина вибірки, n – кількість ступенів свободи.

Коефіцієнт кореляції приймає значення від -1 до +1. Причому, чим ближче даний коефіцієнт за абсолютною величиною до одиниці, тим тісніше функціональний зв'язок. А знак показує напрямок зв'язку, тобто, якщо знак «+», то це пряма залежність, а знак «-» – зворотної. У випадку, коли коефіцієнт дорівнює нулю, тоді функціональний зв'язок між ознаками відсутній.

У зв'язку з тим, що коефіцієнт кореляції повинен бути суттєвою величиною, тоді оцінку його суттєвості забезпечується за допомогою t -критерію Стюдента [1]:

$$t = \frac{|r|}{S_r}, \quad (2)$$

причому S_r – це середньоквадратична похибка кореляційного коефіцієнту:

$$S_r = \frac{\sqrt{1-r^2}}{\sqrt{m-2}}, \quad (3)$$

Критичне значення t_T визначено по розподілу Стюдента для числа ступенів свободи $m-2$. У нашому випадку $m=29$, так що число ступенів свободи дорівнює 27. Отримані результати визначення значимості кореляції між значенням струму витоку і значеннями струмів фаз зображені на рисунку 3 та зведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Визначення значимості кореляції між значенням струму витоку і значеннями струмів фаз

Струми фаз трансформатора	I_A	I_B	I_C	i_a	i_b	i_c	I_B-I_A	I_B-I_C	I_A-I_C	i_b-i_a	i_b-i_c	i_a-i_c
Коефіцієнт кореляції $ r $ із струмом витоку	0,03	0,05	0,18	0,01	0,01	0,01	0,998	0,989	0,743	0,351	0,612	0,652
S_r	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,01	0,03	0,13	0,19	0,16	0,15
$t_{0,05}$	0,15	0,25	0,91	0,05	0,05	0,05	78,9	33,4	5,55	1,87	3,87	4,30
t_T	2,787	2,787	2,787	2,787	2,787	2,787	2,787	2,787	2,787	2,787	2,787	2,787
$t-t_T$	-2,64	-2,54	-1,87	-2,74	-2,74	-2,74	76,15	30,64	2,76	-0,91	1,08	1,51

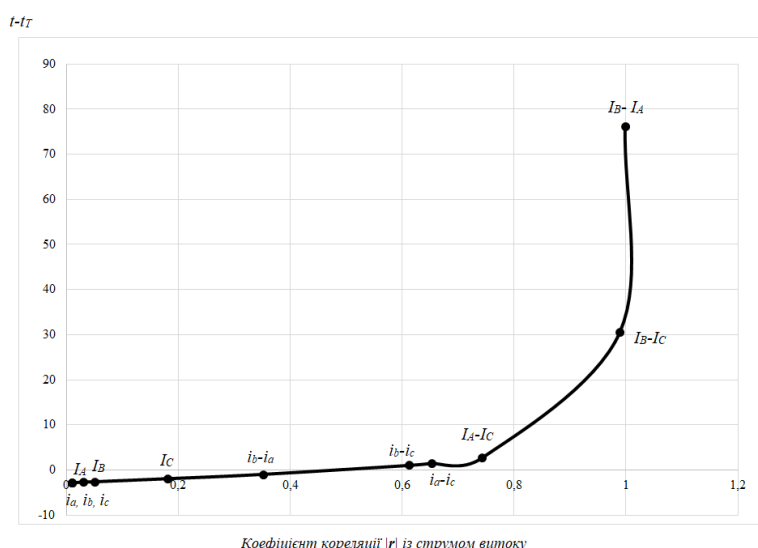


Рисунок 3 – Залежність $t-t_T$ від зміни коефіцієнту кореляції $|r|$ із струмом витоку у схемі з ізолюваною нейтраллю

Таким чином визначено, що значимий кореляційний зв'язок існує між струмом витоку і різницями струмів високої сторони трансформатора, а саме струмів фаз **A** і **B**, струмів фаз **A** і **C** та струмів фаз **B** і **C** (таблиця 1, рис.3), так як коефіцієнт кореляції досягає майже 1. Ця обставина дозволить з певною ймовірністю контролювати стан виткової ізоляції обмоток трансформаторів задля забезпечення виконання їх технічного обслуговування під час експлуатації.

Список використаної літератури:

1. Реброва И.А. Планирование эксперимента: учеб. пособие. Омск: СиБАДИ, 2010. – 105 с.