

## **СЕКЦІЯ 18**

### **ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

Керівники секції: полковник Г.В. Кравченко;  
к.т.н. доцент полковник Г.І. Лагутін  
Секретар секції: к.т.н. підполковник А.О. Нечаус

#### **ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЗОВАНИХ ЗАГОРОДЖЕНЬ**

*Г.В. Кравченко<sup>1</sup>, Г.І. Лагутін, к.т.н., доц.; О.М. Сокол<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Головне управління оперативного забезпечення;*

<sup>2</sup>*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

<sup>3</sup>*Військова частина А1912*

Електризовані загородження (ЕЗ) – це високоефективний вид протипіхотних невибухових загороджень, призначених для охорони військових об'єктів і позицій військ і ураження живої сили противника електричним струмом. Однак, навісниме закорочування лінійної частини ЕЗ, яке є одним зі способів їхнього подолання, призводить не тільки до зниження захисної дії ЕЗ, але й до істотного зростання енергоспоживання, що викликає переважання або вихід з ладу джерела пересувного джерела електроенергії. Тому актуальним є розробка безконтактних ЕЗ, для яких способи й засоби подолання, відомі в цей час, не є ефективними. В основі принципу роботи безконтактного електризованого загородження (БЕЗ) лежить явище резонансу напруг. Відомо, що в колі, що містить послідовно з'єднані опір, індуктивність та ємність, у режимі резонансу напруга на реактивних елементах значно перевищує напругу, вироблювану джерелом електроенергії. Як ємність може бути розглянута система «людина – повітря – лінійна частина ЕЗ». Індуктивність має лінійна частина ЕЗ, а також регульовальні котушки індуктивності, що вводяться додатково. Очевидно, що зміною значень індуктивності, ємності або частоти може бути досягнуто явище резонансу напруг. Таке загородження, крім можливості дистанційного впливу на противника, має ще одну перевагу над традиційним ЕЗ: при закорочуванні лінійної частини на землю спостерігається ефект зменшення струму в лінійній частині ЕЗ внаслідок виходу системи з режиму резонансу. Цей ефект може бути використаний також для реєстрації спроби подолання ЕЗ.

#### **ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ПЕРЕСУВНІЙ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ 5И57А**

*Г.І. Лагутін, к.т.н., доц.; А.С. Васильєв*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Системи електропостачання є важливою ланкою, що забезпечує високу бойову готовність військ. Дизельні електростанції є основним видом автономних джерел електроенергії, які застосовуються в системах електропостачання Повітряних Сил Збройних Сил України. Складність конструкції дизельних двигунів, велика кількість вузлів і агрегатів, які підлягають діагностуванню, викликають необхідність створення і розвитку систем технічного діагностування. Пошук несправності в дизелі займає 50-80% загального часу його перебування в ремонті. Можна визначити такі напрямки удосконалення системи технічного діагносту-

вання ДЕС 5И57А та її аналогічних: переведення існуючих систем діагностування на сучасну елементну базу; підвищення глибини діагностування: за температурою вихлопних газів шляхом встановлення у вихлопний колектор або в окремі циліндри датчиків температури вихлопних газів; за кутом повороту колінчатого валу (за ступенем неоднорідності швидкості повороту колінчастого валу), встановивши датчик виміру моментальної швидкості повороту колінчастого валу. При наявності системи діагностування час пошуку несправності може бути скорочений в десятки разів. Крім того, експлуатація дизелів з використанням систем технічного діагностування може забезпечити економію палива на 2-5%, збільшення ресурсу на 20-50% і зниження витрат запасних частин на 10-15%.

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ЗАПУСКУ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ПЕРЕСУВНІЙ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ 5И57А**

*Г.І. Лагутін, к.т.н., доц.; О.В. Гвоздинський*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Основна частина автоматизованих електростанцій, які входять до складу систем електропостачання комплексів озброєння та військової техніки, що знаходяться на озброєнні видів Збройних Сил України, мають застарілу елементну базу систем автоматики, їх системи автоматичного керування, сигналізації та захисту мають низькі масо-габаритні характеристики, невисоку надійність, вони складні в експлуатації, налаштуванні та ремонті. На підставі проведеного аналізу та проведених досліджень була удосконалена модель системи автоматичного управління пуском дизель-електричної станції 5И57А. Для цього відповідно до логіки роботи автоматики електростанції розроблений алгоритм пуску агрегату та проведений синтез системи автоматичного керування пуском дизеля: сформульований словесний опис алгоритму роботи системи автоматичного керування пуском дизеля, проведена його формалізація, складена матрична схема алгоритму роботи системи автоматичного керування, складені розширені та стислі функції виходу системи, на підставі чого була розроблена принципова схема системи автоматичного керування пуском дизеля, як базисні логічні елементи якої обрані логічні елементи І, АБО, НІ. Це дозволить перевести систему автоматичного керування електростанції на сучасну елементну базу із застосуванням дискретних пристроїв, програмованих промислових мікроконтролерів, мікропроцесорної та іншої електронно-обчислювальної техніки.

### **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

*А.О. Нечаус, к.т.н.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

До головного основного обладнання системи електропостачання, що визначає режим роботи системи в цілому, можна віднести потужні електричні генератори, трансформатори та електричні двигуни. Завдання проектування та модернізації систем електропостачання пов'язане з вибором основного електрообладнання. При цьому необхідно проводити узгодження характеристик обладнання при його сумісній роботі в номінальних та аварійних режимах із забезпеченням заданої надійності електропостачання. Отримати повний спектр характеристик електрообладнання можливо тільки в лабораторних умовах за наявності дослідного зразка та спеціального устаткування, що недоцільно ані з точки зору замовника,

ані з точки зору проектувальника системи електропостачання. Матеріальні та часові витрати на проведення узгодження характеристик обладнання намагаються скоротити якнайбільше. В цьому випадку вибір обладнання здійснюється тільки на підставі номінальних даних, що надає завод-виробник. Пропонується методика розрахунку характеристик синхронного генератора в усталеному та перехідних режимах роботи на підставі даних каталогів заводів-виробників, а також програмна реалізація методики, що дозволяє проводити розрахунки автоматично.

### **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИ АВАРІЯХ НА ОБ'ЄКТАХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ**

*П.Ф. Буданов, к.т.н., доц.; К.Ю. Бровко  
Українська інженерно-педагогічна академія*

Аналіз системних аварій в електроенергетичних системах показує, що аварії розвиваються швидко і зазвичай мають послідовний поетапний характер. Можливим способом запобігання їх розвитку є переривання одного з подібних етапів. Для цього потрібний своєчасний аналіз аварійної інформації про перехідні процеси, що передається з енергооб'єктів на автоматизоване робоче місце оператора, при досить високій швидкодії системи інформаційного забезпечення процесів управління в електроенергетиці. При цьому з'являється можливість втрутитися в сценарій розвитку ланцюжка подій і змінити його в сприятливому напрямі за допомогою дій та рішень оперативного персоналу. Для аналізу аварійної інформації існує підхід, який зводиться до аналізу аварійної технологічної інформації, зібраної з декількох контрольованих пунктів вже після ланцюжка аварійних режимів. При цьому запізнювання отримання інформації в системах інформаційного забезпечення складає десятки хвилин і навіть годинник. Авторами запропонований підхід, який полягає в прагненні підвищити швидкодню системи інформаційного забезпечення процесів управління, при цьому запізнювання отримання інформації не повинне перевищувати декілька секунд. У роботі запропонована реалізація підходу шляхом дослідження і розробки алгоритму обліку зміни кількісних і якісних параметрів за аварійною інформацією на основі застосування методу синтезу нелінійної системи ієрархічного управління елементами енергооб'єктів.

### **СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОМПЛЕКСІВ ОЗБРОЕННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

*Р.І. Бачу  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розглядається система технічного діагностування дизель-генератора, для якої пропонується при виборі діагностичного параметра враховувати показники повноти, достовірності і глибини контролю, й враховувати складність побудови системи. Для обґрунтування діагностичного параметру пропонується використовувати показники якості електричної енергії, виробляється, а саме відхилення напруги та частоти від встановлених значень, які слід враховувати в якості обмежень, що розглядаються при вирішенні завдань, що поставлені. Пропонується схема системи технічного діагностування основного обладнання системи електропостачання комплексів озброєння та військової техніки.

## АНАЛІЗ СТАНУ ВІЙСЬКОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ТА ЕЛЕКТРОАГРЕГАТІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

С.П. Безручко<sup>1</sup>; В.В. Матьорка<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Електротехнічна служба ЗСУ Центрального управління інженерних військ  
Головного управління оперативного забезпечення ЗСУ;

<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Наявність великої кількості марок військових електроагрегатів та електростанцій для зразків озброєння та військової техніки пов'язана з різними значеннями величин споживаної потужності, напруги та частоти, які потребують споживачі електричної енергії. Крім того, велика кількість типоміналів автономних джерел електроенергії викликана тим, що вони приймалися на озброєння у різні роки, а в подальшому піддавалися багаторазовим доробкам і модернізаціям. Найбільшу частину автономних джерел електричної енергії складають електроагрегати та електростанції потужністю від 1 до 30 кВт, при цьому нараховується 55 типів даного виду техніки. На кількість марок електротехнічних засобів впливають параметри електричної енергії, тип первинного двигуна (бензиновий або дизельний), градація потужностей генератора, тому потрібно визначити напрямки зменшення номенклатури автономних джерел енергії комплексів спеціальної техніки, типів електроагрегатів та станцій, обґрунтувати ряд номінальних потужностей генераторів електроагрегатів та станцій. При вирішенні цих завдань можливе розв'язання задачі визначення оптимального ряду потужностей військових електростанцій та електроагрегатів з метою забезпечення потреб військових об'єктів Збройних Сил України в електричній енергії.

## ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМИ ОБ'ЄМНОГО ТІЛА ЕЛЕКТРОЛІТУ В ҐРУНТІ ПРИ РОБОТІ ПЕРЕНОСНИХ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ ЗАЗЕМЛЮВАЧІВ

П.Ф. Буданов, к.т.н., доц.; А.М. Чернюк

Українська інженерно-педагогічна академія

Пересувні електроустановки є об'єктом підвищеної небезпеки поразки людини електричним струмом, оскільки експлуатуються в самих несприятливих умовах. Забезпечення безпечної експлуатації пересувних електроустановок є важливим завданням. Основною захисною мірою є пристрій захисного заземлення. З цією метою створені різні види заземлюючих пристроїв, головною частиною яких є штучний заземлювач. Нині штатні заземлювачі пересувних електроустановок, навіть при значних трудовитратах на їх монтаж, не забезпечують нормований опір заземлення в ґрунтах з високим питомим опором розтіканню струму. У зв'язку з цим, в роботі авторами, пропонується використовувати переносні електrolітичні заземлювачі (ПЕЗ), для забезпечення нормованого опору заземлення. Для цього, проведений опис: основних напрямів теоретичних і експериментальних досліджень особливостей роботи ПЕЗ; експериментальних досліджень на фізичній моделі і результати експериментальних досліджень за визначенням форми об'ємного тіла електроліту в ґрунті. Запропонований новий метод визначення форми об'ємного тіла електроліту в ґрунті - метод подовжніх зрізів. Здійснена математична обробка результатів експерименту шляхом апроксимації експериментальних кривих методом найменших квадратів. Визначені характерні області об'ємного тіла електроліту в ґрунті. Зроблена систематизація результатів експерименту і визначена погрішність апроксимації.

## **ОБґРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАКУПІВЛІ АДЕЕ ТА ПРИЙНЯТТЯ ЇХ НА ОЗБРОЄННЯ ВІЙСЬКОВИМИ ОБ'ЄКТАМИ**

*О.А. Дробот, к.т.н.; О.М. Малиш, к.т.н., с.н.с.; С.М. Новічонок, к.т.н., доц.  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В даний час, вітчизняна та закордонна промисловість надає дуже широку номенклатуру АДЕЕ різних типів схожих за своїми властивостями в межах свого класу. Для вибору того чи іншого АДЕЕ (або комплексу АДЕЕ) необхідно провести аналіз умов в яких вони будуть використовуватись. Слід також враховувати той факт, що на відміну від цивільної організації військова частина значно змінює характер своєї діяльності при переході з мирного часу на військовий. Запропоновані науково обґрунтовані рекомендації щодо визначення найбільш ефективних АДЕЕ для будь-якої військової частини з урахуванням потенціалу цих джерел згідно району розташування військового об'єкту. Отримані результати можуть бути використані під час проектування АДЕЕ та прийняття їх на озброєння у військових частинах.

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ**

*Д.Ю. Кисленко,  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Питання аналізу стійкості режимів енергетичних систем мають велике значення, оскільки забезпечення стійкості є необхідною умовою існування номінального режиму роботи системи. Основним математичним апаратом, який використовується для оцінки статичної стійкості енергетичних систем, є методи А.М. Ляпунова. Крім того, існують роботи інших авторів: Гурвіця, Рауса, Михайлова, Неймарка, Моїсеева, Горева та інших. Енергетична система є сукупністю двох груп елементів, а саме: силових, що виробляють, перетворюють, розділяють та складають електричну енергію, та елементів управління. Усі елементи системи з'єднані. У нормальному робочому (номінальному) режимі системи повинна надійно забезпечувати споживачів електричною енергією достатньої якості. Але енергетична система інколи зазнає аварій, які можуть виникати внаслідок різних факторів. Знання поведінки системи після будь-яких порушень виявляється необхідним для оцінки дії пристроїв автоматичного регулювання та правильного їх вибору. Знання та уміння використовувати основні методи аналізу стійкості енергетичних систем та можливості впливу на характеристики активної та реактивної потужності мають велике значення для забезпечення стійкості режиму.

## **СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА**

*О.А. Кононова  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розглядається система діагностики, яка заснована на визначенні ступеня нерівномірності обертання валу двигуна шляхом вимірювання часу між моментами прискорення в такті робочого ходу кожного з циліндрів двигуна та порівняння цього відрізка часу з аналогічними даними, які отримуються при вимиканні окремих циліндрів. Для визначення технічного стану окремих систем двигуна пропонується порівнювати їх фазово-частотні характеристики, які отримують в задані інтервали часу.

### **СИНХРОНІЗАТОР З ПОСТІЙНИМ ЧАСОМ ВИПЕРЕДЖЕННЯ**

*Б.Т. Кононов, д.т.н., проф.; Ю.О. Кусакін, к.т.н.; В.В. Вінницька  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Запропонований синхронізатор, у якому постійний час випередження отримується шляхом зсуву за фазою в бік відставання напруг на кути, що дорівнюють добутку частоти ковзання на час вмикання вимикача, де частота ковзання визначається відносно загальної для обох напруг частоти, свідомо більшої кожної з синхронізуємих частот. Для отримання зсунутих за фазою напруг використовуються системи фазової підбудови частоти, що включають фазовий детектор та керуємий генератор імпульсів, який працює в режимі утримання.

### **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГАРАНТОВАНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В НЕПОВНОФАЗНИХ РЕЖИМАХ**

*Є.С. Лупандін, О.О. Філіпський  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розглядається установка гарантованого електропостачання, яка містить в своєму складі електричну машину, на валу якої є маховик і муфта, що з'єднує вали машини та приводного двигуна. Безперервність електропостачання досягається завдяки тому, що при зниженні напруги в колах мережного вводу електрична машина з режиму двигуна переходить до режиму генератора, стримуючі енергію, що накопичена маховиком, який, до речі, ще виконує функцію стартера та забезпечує запуск приводного двигуна після вимкнення роз'єднувальної муфти. Особливістю цієї установки є робота в неповнофазних режимах (режим повздовжньої несиметрії) кіл мережного вводу, коли електрична машина по непошкодженим фазам працює в режимі двигуна, а по пошкодженим фазам переходить в режим генератора. Ознакою виникнення режиму повздовжньої несиметрії є поява струмів зворотної та нульової послідовності, що виявляються запропонованими фільтрами.

### **ФЕРОРЕЗОНАНС В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЗБРОЇ**

*А.О. Мушаров  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

У доповіді розглянуті ферорезонансні процеси, що відбуваються в системах електропостачання комплексів озброєння і військової техніки при застосуванні електромагнітної зброї. Запропоновані нелінійні диференційні рівняння, що описують ферорезонанс струмів і напруг з урахуванням впливу вищих гармонійних складових, викладений метод їх вирішення та отримані аналітичні співвідношення, що встановлюють взаємозв'язок параметрів електричних кіл та амплітуди і частоти прикладеної напруги при виникненні ферорезонансних явищ.

### **АСИНХРОННИЙ РЕЖИМ В ЕНЕРГОСИСТЕМЕ**

*В.Н. Щека, к.т.н., доц.; І.А. Николайчук  
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Как известно, устойчивость параллельной работы в нормальном режиме работы энергосистем, при авариях типа КЗ, сложных отключениях линий электропередачи и других отключениях поддерживается в энергосистемах за счет естественных

синхронізує сил. Крім того, для цієї цілі використовуються пристрої протиаварійної автоматики, діючі в початковий момент аварії шляхом відключення частин генераторів, аварійного управління потужністю парових турбін, відключення частин навантаження і ділення енергосистем на несинхронно працюючі частини. Ці пристрої, отримавши назву автоматики запобігання порушенню стійкості, дозволяють уникнути багатьох важких аварій і в той же час підвищують ефективність використання електропередач за рахунок збільшення їх навантаження в початковому режимі. Однак запобігання порушенню стійкості за допомогою пристроїв протиаварійної автоматики в ряді випадків здійснюється або неможливо, або нецелеспрямовано. В цих випадках застосовуються пристрої автоматичної ліквідації асинхронного режиму, діючі в кінцевому підсумку на розрив зв'язей, стійкість яких порушена. Пристрої автоматичної ліквідації асинхронного режиму можуть використовуватися як в якості резерву до пристроїв автоматики запобігання порушенню стійкості, так і самостійно, без них. В обох випадках — це автоматика, що впливає на розрив зв'язей, втрачених стійкість. Основна функція цих пристроїв — виявлення факта переходу режиму в асинхронний. В ряді випадків вимагається також виявлення прискорюючої і гальмуючої частин енергосистеми, що необхідно для відновлення синхронізму (ресинхронізації) або вибору точок ділення з урахуванням розташування вузлів навантаження. Всі параметри режиму енергосистеми тісно пов'язані між собою, і для виявлення асинхронного режиму використовуються різні параметри або їх комбінації, які і будуть досліджуватися з точки зору можливості налаштування розглянутих пристроїв від синхронних станів.

### **ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТЫ**

*А.Е. Ручка, к.т.н., доц.; Д.Р. Обливальный  
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Особенностью рассматриваемых систем электроснабжения является то, что большая группа электроприемников этих систем требует для своей работы напряжения повышенной частоты, равной 400 Гц. Для преобразования электрической энергии трехфазного переменного тока промышленной частоты напряжением 380 В в электрическую энергию трехфазного переменного тока, частота которого равна 400 Гц, а напряжение равно 230 В в системах электроснабжения предусмотрены распределительно-преобразовательные устройства типов 63Т6А или 5И58А. Основным элементом этих систем является электропреобразовательный агрегат типа ПСЧ, представляющий собой электромашиный агрегат, который включает в свой состав трехфазный асинхронный двигатель и трехфазный индукторный генератор. Для решения проблемы необходимо исследовать пусковые режимы работы привода и найти закономерности, устанавливающие связь между параметрами электрической машины и величинами бросков тока и провалов напряжения. Кроме того, при выборе закона частотного управления следует учитывать принципиальную особенность предлагаемых технических решений — управление вести по цепи ротора, а не по цепи статора. Ответы на поставленные вопросы возможно получить после составления и анализа физической и математической моделей процессов пуска двигателя в системе электроснабжения ограниченной мощности.

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

*С.В. Ольховіков<sup>1</sup>, к.т.н.; Д.В. Чуйков<sup>2</sup>; Д.В. Кривельов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

<sup>2</sup>*Метрологічний центр воєнних еталонів Збройних Сил України*

Складний сучасний фінансовий стан Міністерства оборони України є причиною частого від'єднання об'єктів військового призначення від державної системи електропостачання. В цьому випадку гарантом забезпечення боєздатності військових підрозділів і можливості виконання ними поставлених завдань є технічна справність автономних джерел електропостачання – військових електричних станцій (ВЕС). Проведення заходів технічного обслуговування (ТО) ВЕС має на меті дати обґрунтовану відповідь на питання про їх технічний стан і здатність виконувати завдання за призначенням. Як показує аналіз, переважна більшість ВЕС вже тривалий час знаходиться в експлуатації, тому необхідно обґрунтувати достовірні оцінки, що дозволять визначати технічний стан станцій за результатами проведення ТО. У доповіді пропонується удосконалений показник ефективності проведення заходів з ТО ВЕС, в основу якого покладений критерій вартості. Особливістю цього показника є те, що він базується, по-перше, на математичній моделі експлуатації ВЕС, яка враховує витрати на експлуатацію станції та економічний ефект від її застосування за призначенням, і, по-друге, враховує показники надійності засобів контролю, які використовуються при ТО. Відносна форма запропонованого показника ефективності дозволяє за критерієм вартості оцінити необхідність проведення тих чи інших операцій при ТО ВЕС.

## СПОСІБ РОЗРАХУНКУ МЕРЕЖ З ВРАХУВАННЯМ ЗАЛЕЖНОСТІ НОМІНАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ СПОЖИВАЧІВ ВІД ЙОГО МІСЦЯ ЗНАХОДЖЕННЯ

*А.М. Панченко, к.т.н., доц.; С.А. Гончаров*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Місцева електрична мережа, в розвинених районах, може бути досить розгалуженою і мати велику сумарну довжину. Для визначення падіння напруги, перетину проводів та інших параметрів мережі користуються виразами які ґрунтуються на припущенні, що попередньо відомі номінальні дані (паспортні) – потужностей або струмів споживачів.

$$\left\{ \begin{array}{l} i_k = \frac{1}{R_k} U_k; \quad \Delta U_k = r_k i_k \\ i_n = \frac{1}{R_n} (U_k + \Delta U_k); \quad \Delta U_n = r_n (i_k + i_n); \\ \dots\dots\dots \\ i_4 = \frac{1}{R_4} (U_k + \Delta U_k + \Delta U_n); \quad \Delta U_4 = r_4 (i_k + i_n + i_4); \\ i_3 = \frac{1}{R_3} (U_k + \Delta U_k + \Delta U_n + \Delta U_4); \quad \Delta U_3 = r_3 (i_k + i_n + i_4 + i_3); \\ i_2 = \frac{1}{R_2} (U_k + \Delta U_k + \Delta U_n + \Delta U_4 + \Delta U_3); \quad \Delta U_2 = r_2 (i_k + i_n + i_4 + i_3 + i_2); \\ i_1 = \frac{1}{R_2} (U_k + \Delta U_k + \Delta U_n + \Delta U_4 + \Delta U_3 + \Delta U_2); \quad \Delta U_1 = r_1 (i_k + i_n + i_4 + i_3 + i_2 + i_1); \\ U = U_k + \Delta U_k + \Delta U_n + \Delta U_4 + \Delta U_3 + \Delta U_2 + \Delta U_1. \end{array} \right.$$



Якщо ж напруга має відхилення від номінальної (а це обов'язково має місце бути) то в дійсності буде відхилення від номінального як струму так і потужності. Склавши рівняння довгої лінії з розподіленими параметрами, та враховуючи залежності значення струму і напруги і – го споживача від його місця положення в мережі отримаємо систему із  $k$  алгебраїчних рівнянь з  $k$  невідомими  $U_k, \Delta U_k, \Delta U_n, \Delta U_4, \Delta U_3, \Delta U_2, \Delta U_1$ . Вирішуючи її чисельними методами знаходимо фактичне падіння напруги на кожній ділянці, що дозволить потім знайти реальний струм та фактичну потужність навантаження, враховуючу реальну напругу на кожному навантаженні.

## **ВИЩІ ГАРМОНІКИ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

*А.М. Панченко, к.т.н., доц.; А.І. Гарагуля*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Електрична енергія при її транспортуванні від виробника до безпосереднього споживача може зазнавати змін по формі синусоїди, що характеризує коефіцієнт несинусоїдальності. В процесі споживання відбуваються спотворення синусоїди за рахунок впливу електроспоживачів з нелінійною характеристикою навантаження – відбувається генерація вищих гармонік. Через нелінійність навантажень їх струми містять спектр вищих гармонік, які призводять до небезпечних явищ в електричних мережах і викликають небажані наслідки, а саме: перегрів та руйнування нульових робочих провідників, неправильне спрацювання запобіжників та автоматичних вимикачів, прискорене старіння ізоляції проводів та кабелів, додаткові втрати в силових трансформаторах, несинусоїдальність живлячої напруги, підвищений знос та передчасне руйнування конденсаторів установок компенсації реактивної потужності, збоїв в роботі та вихід з ладу комп'ютерної техніки та телекомунікація, передчасний вихід з ладу електродвигунів, некоректний облік споживаної електроенергії.

## **МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ НА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

*В.Г. Рыкун, к.т.н., доц.; Я.В. Головинов*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Составляющей частью систем электроснабжения потребителей являются линии электропередачи. Опыт эксплуатации систем электроснабжения показывает, что значительное количество перерывов в электроснабжении потребителей происходит при аварийном отключении линий электропередач в результате их повреждения. Для проведения ремонтных работ сначала нужно определить характер и место повреждения на трассе линии. От качества выполнения этих операций зависят срок введения линии в эксплуатацию и стоимость выполняемых работ. В это время для определения места повреждения у линий электропередач используют разные методы, в которых применяют специальную измерительную аппаратуру. Процедура определения места к.з. по результатам регистрации параметров аварийного режима с обоих концов ЛЭП реализовано в виде интерактивного программного обеспечения. Указанное программное обеспечение позволяет осуществить: автоматическое распознавание аварийных ситуаций с учетом возможного изменения расположения фаз (транспонирования) по трассе ВЛ; полуавтоматический/автоматический (по факту возникновения результатов регистрации) расчет; расчет расстояния до места к.з. с повышенной точно-

стью за счет снижения влияния как методической, так и инструментальной составляющих погрешности; повысить оперативность устранения аварий вследствие более быстрого отыскания повреждений.

### **ОПТИЧЕСКИЕ ИСКАЖЕНИЯ. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

*Б.К. Алексеев; И.М. Горган; В.В. Усик, к.т.н., доц.  
Национальный технический университет “ХПИ”*

Светотехника – область науки и техники, предметом которой являются исследование принципов и разработка способов генерирования, пространственного перераспределения и измерения характеристик оптического излучения, а также преобразования его энергии в другие виды энергии и использования в различных целях. Светотехника включает в себя также конструкторскую и технологическую разработку источников излучения и систем управления ими, нормирование, проектирование, монтаж и эксплуатацию светотехнических установок. Современное человеческое общество немислимо без повсеместного использования света. Осветительные установки создают необходимые условия освещения, которые обеспечивают зрительное восприятие (видение), дающее около 90 % информации, получаемой человеком от окружающего его мира. Свет создает нормальные условия для работы и учебы, улучшает наш быт. Без современных средств освещения невозможна работа шахт и рудников, предприятий, в без фонарных и безоконных зданиях, метрополитена, многих взрыва и пожароопасных производств, Без искусственного света не может обойтись современный город, невозможны строительство и сельскохозяйственные работы в темное время суток, а также работа транспорта. Свет обеспечивает возможность космических полетов, освоения Мирового океана. Эффективное использование света с помощью достижений современной светотехники – важнейший резерв повышения производительности труда и качества продукции, снижения травматизма и сохранения здоровья людей. В данном докладе рассматриваются основные вопросы, связанные с правильной последовательность всесторонних электрических расчетов осветительных установок с соблюдением нормативных требований, правил безопасности и основной проблематикой при их расчете. В докладе были также рассмотрены перспективные алгоритмы расчета осветительных установок в помещениях.