

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ: ТЕХНІЧНИЙ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТИ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В роботі було проведено порівняльний аналіз традиційних та інтелектуальних методів діагностики повітряних ліній електропередач

Ключові слова: SMART Grid, повітряні лінії електропередач

Abstract

The work conducted a comparative analysis of traditional and intelligent methods for diagnosing overhead power lines.

Keywords: SMART Grid, overhead power lines

Впровадження концепції SMART Grid вимагає переосмислення підходів до експлуатації повітряних ліній електропередач (ПЛ), де ключовим питанням постає вибір між усталеними традиційними методами діагностики та новітніми інтелектуальними системами. Метою даної роботи є порівняльний аналіз цих підходів у двох ключових площинах: технічній досконалості та економічній ефективності, що дозволить обґрунтувати доцільність переходу до сучасних технологій моніторингу.

З технічної точки зору традиційні методи, такі як візуальний огляд, тепловізійний контроль та періодичні вимірювання, характеризуються дискретністю та суб'єктивністю, оскільки вони дозволяють фіксувати вже наявні дефекти, але не здатні прогнозувати їх розвиток. Крім того, більшість таких вимірювань потребує виведення лінії з роботи, що знижує доступність мережі та не відповідає вимогам безперервності SMART Grid. Натомість інтелектуальні методи пропонують безперервний моніторинг завдяки використанню IoT-сенсорів та розподілених систем, які дозволяють відстежувати параметри лінії (температуру, вібрацію, стрілу провисання, наявність ожеледі) в реальному часі. Вони забезпечують високу точність та об'єктивність за рахунок застосування синхронізованих векторних вимірювань (PMU) та цифрової обробки сигналів, що значно підвищує точність визначення місця пошкодження та діагностику передаварійних режимів. Крім того, алгоритми машинного навчання аналізують багатофакторні дані, включаючи метеоумови та струмове навантаження, для прогнозування стану ізоляції, залишкового ресурсу проводів та ризиків ожеледних аварій, що відкриває можливості для предиктивної аналітики.

Економічна складова є вирішальною для впровадження нових технологій, і тут порівняння виглядає наступним чином. Традиційні методи мають, здавалося б, низькі прямі витрати на окреме вимірювання, але приховані витрати є значними через високі операційні витрати (ОРЕХ), пов'язані з мобілізацією бригад, спецтехнікою та відключенням споживачів на час діагностики. Планово-попереджувальна система ремонтів (ППР) часто призводить або до зайвих витрат на передчасну заміну обладнання, або до аварій через невиявлений дефект, що генерує додаткові збитки. Інтелектуальні методи потребують значних початкових інвестицій (капітальні витрати, CAPEX) на встановлення сенсорів, систем зв'язку та програмного забезпечення, однак вони забезпечують довгостроковий економічний ефект за рахунок зниження операційних витрат завдяки скороченню виїздів персоналу та відмові від непотрібних планових ремонтів. Мінімізація збитків від аварій досягається шляхом швидкого виявлення дефектів на ранній стадії, що запобігає дорогим аварійним відключенням та

штрафам за недопоставку електроенергії. Перехід до ремонтів "за станом" дозволяє використовувати ресурс обладнання максимально, що є ключовим економічним принципом SMART Grid.

Проведений порівняльний аналіз демонструє, що хоча традиційні методи діагностики є технічно простішими та дешевшими на етапі впровадження, вони програють у довгостроковій перспективі. Інтелектуальні методи, попри вищу початкову вартість, забезпечують принципово кращі технічні характеристики, такі як точність, безперервність та прогнозування, а також економічну ефективність за рахунок зниження операційних витрат і запобігання аварійним збиткам. Таким чином, для технологій SMART Grid перехід на інтелектуальні системи діагностики є технічно та економічно обґрунтованим рішенням, що відповідає сучасним вимогам до надійності та ефективності енергомереж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кацадзе Т., Новіков К. Огляд методів моніторингу відкладень ожеледі на проводах ліній електропередачі // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2025. – №4. <https://energy.kpi.ua/article/view/341338/329355>
2. Омеляненко Г.В., Черкашина В.В., Шматов А.О. Дослідження зарубіжного досвіду боротьби з ожеледно-паморозевими відкладеннями на проводах повітряних лініях електропередачі // Вісник НТУ «ХПІ». – 2023. – №1(6). – С. 45-50. <https://eree.khpi.edu.ua/article/view/280533/277590>

Стасюк Богдан Сергійович — студент групи 1ЕСМ-226, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: stabod8@gmail.com

Науковий керівник: **Сікорська Олена Вікторівна** — доц. кафедри ЕСС, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Stasyuk Bohdan Serhiyevich — student of group 1ESM-22b, Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stabod8@gmail.com

Supervisor: **Sikorska Olena Viktorivna** — Associate Professor of the Department of Electrical Systems and Networks, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia