ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕНЕРГЕТИКИ: МОДЕРНІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПІДСТАНЦІЙ

Федосеєнко О.М., Ян Гуйчуань.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інтелектуальні підстанції середньої напруги є ключовими для підвищення ефективності та надійності сучасних енергетичних систем і розвитку смарт-мереж. У проекті пропонується концепція будівництва, що інтегрує передові технології комунікацій, автоматизації та штучного інтелекту для забезпечення моніторингу обладнання в реальному часі, інтелектуальної діагностики несправностей та оптимального розподілу ресурсів. Згідно з дослідженням Інституту досліджень електроенергетики (EPRI), системи моніторингу в реальному часі здатні виявляти несправності за мілісекунди – значно швидше, ніж традиційні методи, які потребують хвилин або навіть годин. Для існуючих підстанцій запропонована модульна і поетапна стратегія модернізації, яка дозволяє мінімізувати витрати та операційні перерви, одночасно максимізуючи переваги. Аналізуються економічні переваги інтелектуальних підстанцій, включаючи підвищення конкурентоспроможності енергетичних підприємств та оптимізацію енергоспоживання через оцінку витрат і вигод, а також розрахунки періоду окупності.

Ключовою перевагою інтелектуальних підстанцій є підвищення операційної ефективності. Системи виявлення несправностей на основі штучного інтелекту можуть скоротити тривалість аварій до 60%, забезпечуючи швидше відновлення та покращену надійність електропостачання. Модернізація існуючих підстанцій за модульним і поетапним підходом також має економічне обґрунтування. Такий підхід зменшує операційні збої та дозволяє розподілити витрати в часі. Трьохетапна стратегія оновлення дає змогу знизити загальні витрати на модернізацію на 25%, а термін окупності становить менше чотирьох років завдяки економії на обслуговуванні та зменшенню простоїв.

Інтелектуальні підстанції також сприяють оптимізації енергоспоживання. Завдяки аналізу даних та ефективному розподілу ресурсів вдається знизити втрати енергії та покращити балансування навантаження. Проект зафіксував зменшення втрат енергії на 15% після впровадження модернізації. Проект реалізації інтелектуальної підстанції демонструє підвищення надійності на 30% та поліпшення енергоефективності на 20% вже в перший рік. Ці результати підтверджують доцільність і ефективність впровадження інтелектуальних рішень.

У майбутньому інтелектуальні підстанції все більше інтегруватимуться з розподіленими джерелами енергії, інноваційними сервісами та новітніми технологіями, такими як 5G і Інтернет речей. Будівництво та модернізація інтелектуальних підстанцій середньї напруги є надзвичайно важливими для впровадження смарт-мереж і цифрової трансформації енергетичного сектору. Їх застосування забезпечує значні технічні та економічні переваги, формуючи більш стійку, ефективну та сучасну енергетичну інфраструктуру.