

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПІДСТАНЦІЙ 110(35)/10 КВ ЗА РЕТРОСПЕКТИВНИМИ ДОБОВИМИ ПОГОДИННИМИ ГРАФІКАМИ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

***А.М. Скрипник, О.В. Гай, кандидати технічних наук  
В.А. Костюк, інженер***

*Запропоновано використання потоків інформації функціонування автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ), впроваджених на підстанціях напругою 110(35)/10 кВ, для прогнозування електричного навантаження підстанцій в процесі їх експлуатації.*

***Дистанційний збір інформації, добові погодинні графіки, бази даних, прогнозування, регресійна залежність, статистичні ряди, фактична та прогнозна температура, ретроспективне та перспективне навантаження.***

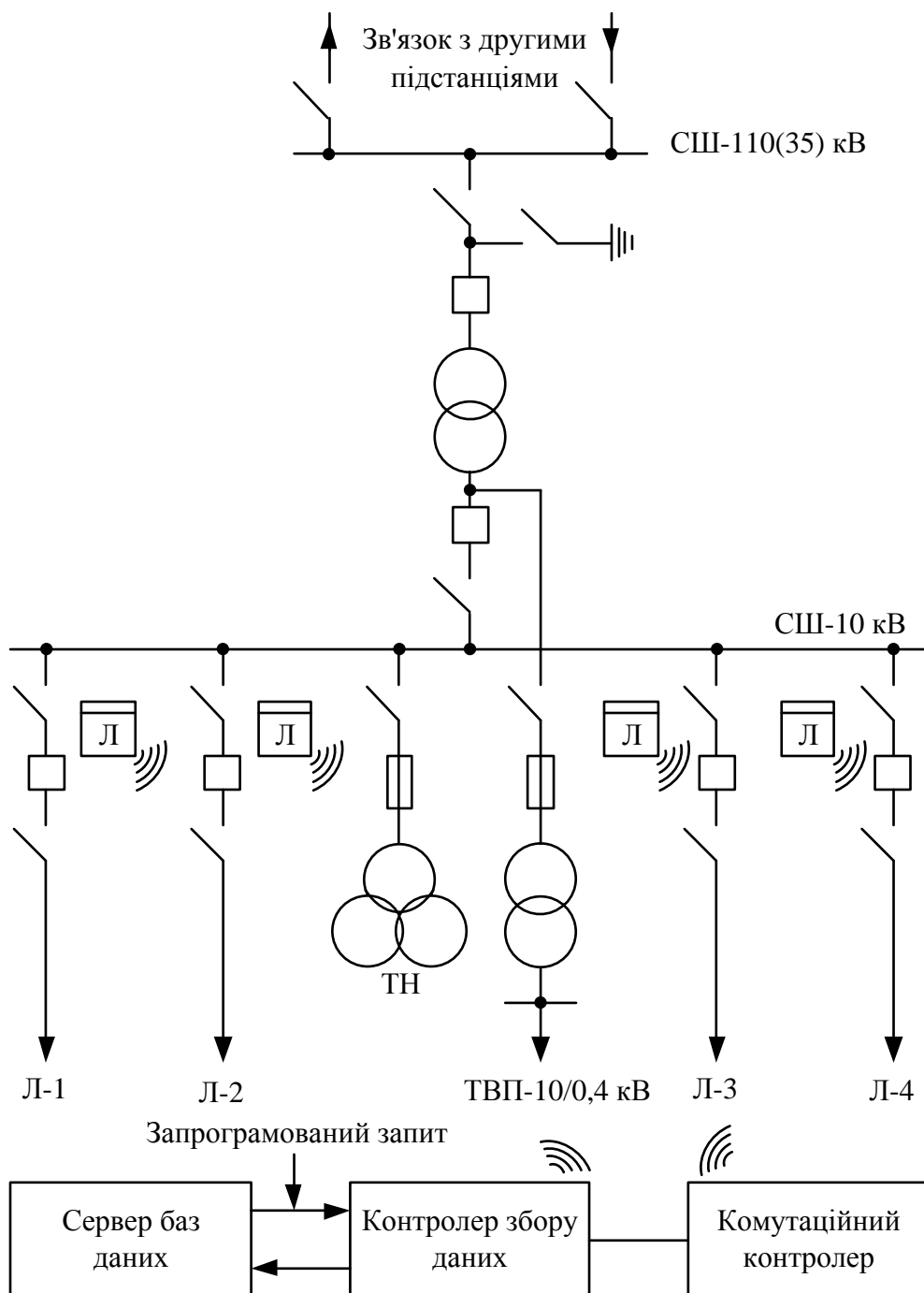
Широке впровадження АСКОЕ на підстанціях 110(35)/10 кВ дає можливість, крім контролю та обліку, формувати бази даних щодо ретроспективних добових погодинних графіків споживання електроенергії з подальшим їх використанням для прогнозування навантаження підстанцій в процесі експлуатації електричних мереж.

**Мета досліджень** – формування пропозицій щодо використання прогнозних даних навантаження підстанцій 110(35)/10 кВ для удосконалення розрахунків та управління режимами електричних мереж із джерелами розподіленої генерації.

**Матеріали та методика досліджень.** Процес прогнозування навантаження підстанцій 110(35)/10 кВ розглянемо на прикладі деякої схеми функціонування впровадженої на ній АСКОЕ при дистанційному зборі інформації (рисунок).

База даних формується на сервері баз даних за допомогою передачі добових погодинних показників лічильників щодо спожитої електроенергії, наприклад по радіоканалах, через комутаційні контролери і контролери збору даних згідно з запрограмованим запитом.

Для збору даних можна використовувати трифазні лічильники, наприклад фірми НІК-Електроніка (НІК-2303, НІК-2305) з вимірюванням як активної, так і реактивної енергії. Вимірювання краще виконувати по відгалуженнях мережі 10 кВ, що дає можливість формувати графіки спожитої електроенергії і по підстанції в цілому. Інформація вказаної бази даних може використовуватися для прогнозування споживання електроенергії як по відгалуженнях, так і по підстанції на короткострокову перспективу – наступну добу або кожну добу наступного тижня.



**Схема функціонування АСКОЕ при дистанційному зборі даних (інформації)**

База даних щодо фактичного споживання електроенергії повинна доповнюватися фактичною середньодобовою температурою в районі електроспоживання та порядковим номером днів тижня (наприклад, понеділок – 1, вівторок – 2, ..., неділя – 7). Фактична середньодобова температура використовується для вибору інформації із бази щодо прогнозної температури, а номери днів тижня – для поділу на робочі і вихідні дні. Фактичну та прогнозну температуру в районі електроспоживання можна отримувати у відділеннях Гідрометцентру України.

Прогнозування рекомендується виконувати за допомогою регресійних моделей, наприклад найпростішої однофакторної лінійної регресії, в якій визначальним фактором є середньодобова температура, а як досліджуваний фактор – споживання електроенергії.

Залежність споживання електроенергії від температури навколишнього середовища в районі споживання є функцією лінійної регресії:

$$y_t = a_0 + a_1 x_t,$$

де  $x$  – визначальний фактор (середньодобова температура);  $y$  – досліджуваний фактор (показник споживання електроенергії);  $t$  – індекс інтервалу;  $a_0, a_1$  – коефіцієнти регресії.

Якщо  $x_t$  – статистичний ряд фактичної температури ( $t_1^\circ, t_2^\circ, t_3^\circ, \dots, t_n^\circ$ ), а  $y_t$  – статистичний ряд споживання електроенергії, елементи якого відповідають елементам статистичного ряду фактичної температури ( $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ ), то функція лінійної регресії матиме вигляд:

$$E_t = a_0 + a_1 t_t^\circ.$$

**Результати досліджень.** Порядок вирішення задачі:

1) скласти функцію суми квадратів повних відхилень

$$F = \sum_{t=1}^n \left[ \overset{*}{E}_t - a_0 - a_1 \cdot t_t^\circ \right]^2,$$

де  $\overset{*}{E}_t$  – звітні дані щодо споживання електроенергії;  $t_t^\circ$  – фактичні дані щодо температури, яким відповідають звітні дані споживання;

2) продиференціювати функцію  $F$  за невідомими  $a_0$  і  $a_1$ ;

3) прирівняти похідні нулю.

Після ряду перетворень отримаємо систему двох рівнянь з двома невідомими:

$$\begin{aligned} na_0 + a_1 \sum_{t=1}^n t_t^\circ &= \sum_{t=1}^n \overset{*}{E}_t; \\ a_0 \sum_{t=1}^n t_t^\circ + a_1 \sum_{t=1}^n (t_t^\circ)^2 &= \sum_{t=1}^n t_t^\circ \overset{*}{E}_t, \end{aligned}$$

де  $n$  – кількість елементів статистичних рядів по фактичній температурі  $t_t^\circ$

та відповідно споживанню електроенергії  $\overset{*}{E}_t$ .

Після розрахунку відповідних сум та вирішенні системи двох лінійних рівнянь з двома невідомими визначаємо коефіцієнт регресії  $a_0$  і  $a_1$  та отримуємо рівняння:

$$E = a_0 + a_1 t^\circ,$$

з цифровими значеннями відповідних коефіцієнтів.

Якщо у це рівняння поставити прогнозну температура на наступну добу величина  $E$  буде прогнозним споживанням електроенергії на годину наступної доби, якій відповідають статистичні ряди. Формування

статистичних рядів ретроспективних даних щодо споживання і температури виконується за прогнозною температурою. При цьому для підвищення надійності прогнозування споживання електроенергії дані ретроспективної температури не повинні відхилятися від прогносної більше ніж  $\pm 1$  °C або  $\pm 2$  °C. Похибка прогнозування зменшується при збільшенні кількості елементів у статистичних рядах. Якщо кількість елементів у статистичних рядах менше 20 – 30 (відповідно відхиленню ретроспективної температури  $\pm 1$  °C або  $\pm 2$  °C) прогнозне споживання можна вважати далеким від необхідного для використання.

Прогнозування споживання електроенергії на підстанціях за даними АСКОЕ можна виконувати як по усіх годинах наступної доби так і за окремі характерні години (на вимогу) з врахуванням днів тижня (робочі чи вихідні). За необхідності можливе коригування прогнозних величин згідно з тенденцією зміни споживання електроенергії за попередні 3 – 5 днів.

Значна кількість даних, які необхідно використовувати при запропонованому прогнозуванні, вимагає розробки спеціального програмного забезпечення.

### **Висновки**

Впровадження на підстанціях 110(35)/10 кВ АСКОЕ з лічильниками активної і реактивної енергії дає можливість формувати бази даних щодо графіків погодинного добового споживання електроенергії по відгалуженнях електричної мережі нижчого рівня напруги. Така інформація (як потоки ретроспективних даних) може використовуватися для прогнозування навантаження вказаних підстанцій з наступним використанням результатів прогнозування для розрахунків та управління режимами електричних мереж вищого рівня напруги. За наявності аналогічних АСКОЕ на споживчих ТП-10(6)/0,4 кВ дозволить виконувати прогнозування навантаження вказаних ТП і проводити розрахунки та управління режимами мереж нижчого рівня напруги. Особливо актуальною така постановка задачі є за наявності в таких мережах джерел розподіленої генерації.

Для прогнозування навантаження підстанцій можна рекомендувати достатньо постійний та ефективний для обробки потоків ретроспективної інформації щодо визначальних та досліджуваних факторів метод регресійного аналізу, наприклад однофакторну лінійну регресійну залежність.

### **Список літератури**

1. Синьков В.М. Математические задачи сельской электрификации / Синьков В.М., Пересыпкина С.И., Филиппов Н.М. – К.: Вища шк., 1978. – 288 с.
2. Щербина Ю.В. Автоматизация управления технологическим расходом и потреблением электроэнергии / Щербина Ю.В., Лепорский В.Д., Жмурко В.А. – К.: Техніка, 1984. – 113 с.
3. Щербина Ю.В. Методические указания по анализу и планированию технологического расхода энергии в электрических сетях / Ю.В. Щербина, В.А.Гулевич. – К.: КПИ, 1981. – 103 с.

*Предложено использование потоков информации функционирования автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ), внедренных на подстанциях напряжением 110(35)/10 кВ, для прогнозирования электрических нагрузок подстанций в процессе их эксплуатации.*

***Дистанционный сбор информации, суточные почасовые графики, базы данных, прогнозирование, регрессионная зависимость, статистические ряды, фактическая и прогнозная температура, ретроспективная и перспективная нагрузка.***

*Supposed to use the flow of information Automatic system of electrical energy record and control functioning embedded in substations with voltage of 110 (35) / 10 kV, for forecasting electrical loads substations during their operation.*

***Remote sensing of information, per diem and the hourly graphics, databases, forecasting, regression dependence, statistical series, the actual and forecasted temperature, retrospective and prospective load.***

УДК 621.327.539

## **ВПЛИВ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СКРЕБКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ**

***В.Ю. Рамш, кандидат технічних наук  
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»***

*Проведено дослідження впливу несиметрії напруг на кутову швидкість, технологічні та енергетичні характеристики скребкових транспортерів. Встановлено залежності продуктивності транспортера та втрат потужності від коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною послідовністю.*

***Скребковий транспортер, електропривод, несиметрія напруг, продуктивність, втрати потужності.***

Несиметрія напруг несприятливо позначається на роботі і терміні служби асинхронних двигунів. Внаслідок несиметрії напруг зменшується момент асинхронного двигуна та зростають втрати енергії. Струм зворотної послідовності викликає додатковий нагрів ротора і статора, що призводить до швидкого старіння ізоляції і зменшення потужності двигуна.

Внаслідок несиметрії напруг змінюється кутова швидкість двигуна, яка, в свою чергу, обумовлює зміну технологічних та енергетичних характеристик робочих машин [2].