

УДК 621.317.38

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ АКТИВНИМИ ТА
РЕАКТИВНИМИ СКЛАДОВИМИ НАВАНТАЖЕННЯ В
СІЛЬСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ
КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Сотнік О.В., інж.,

Лисиченко М.Л., д.т.н.,

Вітренко М.М., інж.

*Харківський національний технічний університет сільського
господарства ім. П.Василенка*

Тел. (0572) 712-50-56

Анотація – на основі експериментальних даних, визначено кореляційний зв'язок між активною та реактивною складовими сільського комунально-побутового електронавантаження, який визначається за формулами лінійних регресій.

Ключові слова – активна складова навантаження, реактивна складова навантаження, втрати електричної енергії.

Постановка проблеми. В Україні майже 50 % всієї електроенергії використаної споживачами в сільському господарстві витрачається в житловому секторі і сфері культурно-побутового обслуговування населення. Споживання електроенергії у комунально-побутовому секторі села зростає з кожним роком і через появу приладів з великою споживаною потужністю, і, через інтенсивне впровадження в сільський побут індуктивних електроприймачів.

Тому, для уточнення визначення пропускної здатності, втрат напруги і електроенергії в сільських лініях, де відсутній облік реактивної енергії, в умовах збільшення споживання реактивної потужності, можна було б скористатись кореляційним зв'язком між активною та реактивною складовими електронавантаження, що можна визначити на основі експериментальних даних.

Аналіз останніх досліджень. Якісні зміни характеристик сільського комунально-побутового електронавантаження потребують перегляду існуючих положень, як в теорії розрахунку і проектування сільських мереж, так і в питаннях оптимізації експлуатаційних рішень. На даний час опублікована значна кількість праць з питань електронаван-

таження, аналізу режимів і прогнозування навантаження енергосистем.

Але для сільських мереж комунально-побутового призначення дані питання недостатньо відображені в науково-технічній літературі [1-3].

Так, протягом довгого часу не приділялось достатньої уваги рівню електронавантаження в сільських мережах комунально-побутового призначення та проблемам компенсації в них реактивної потужності. Пояснювалось це тим, що дане електронавантаження носить незначний за рівнем та переважно активний характер.

Сьогодні в сільських низьковольтних мережах суттєво зросли навантаження, в тому числі і реактивні, що пов'язано із перерозподілом електронавантаження між виробничим та комунально-побутовим сектором на селі у бік зростання останнього внаслідок більш широкого використання приладів активно-індуктивного навантаження та інтенсифікацією робіт в домашньому господарстві сільських мешканців. У зв'язку з чим, сільські мережі комунально-побутового призначення потребують особливої уваги у відношенні оптимізації режимів, уточнення розрахункових навантажень та методів прогнозування.

Формулювання мети статті. Встановлення кореляційного зв'язку між активною та реактивною складовими сільського комунально-побутового електронавантаження для використання при визначенні пропускну здатності та рівнів напруг мережі в тому числі на ділянках з відсутнім обліком реактивної енергії.

Основна частина. Для виявлення існуючого стану використання потужностей трансформаторів було зібрано і оброблено статистичні дані навантажень по 33 сільських ТП 10/0,4 кВ (92 лінії) потужністю від 63 до 160 кВ·А, які використовують для живлення побутових споживачів. На основі виявлення всіх можливих значень випадкової величини (використання трансформаторної потужності) і враховуючи імовірність отримання даних значень, одержано розподілення випадкової величини.

Виявлено, що більшість трансформаторів завантажені від 50 до 80% номінальної потужності і гістограма добре описується кривою нормального розподілення. Верхня межа завантаження трансформаторів – 1,3, а нижня – 0,1 номінальної потужності. При цьому, тільки 8% трансформаторів має завантаження менше 40% номінального і 2% – більше 110%.

Із досліджень роботи трансформаторних підстанцій виявлено, що споживання електроенергії протягом доби коливається в досить широкому діапазоні. Завантаження трансформаторів змінюється, в основному, в межах від 0,13 до 0,57 – влітку, взимку – від 0,22 до 0,68 від номінальної потужності.

Аналіз результатів вимірів показав, що величини, як активної, так і реактивної потужності змінюються в широких межах і є випадковими величинами (функціями часу).

Для встановлення форми зв'язку між активною та реактивною потужностями були оброблені одержані дані замірів при максимумі повного навантаження. Залежності двох випадкових величин розглядалися на прикладі обробки статистичних даних одночасних замірів активної і реактивної потужностей сільських трансформаторних підстанцій [4-6].

Кореляційну залежність виразили функціональною залежністю умовної середньої \bar{Q}_p від P . Як видно з рис. 1, залежність не функціональна, а статистична (кореляційна).

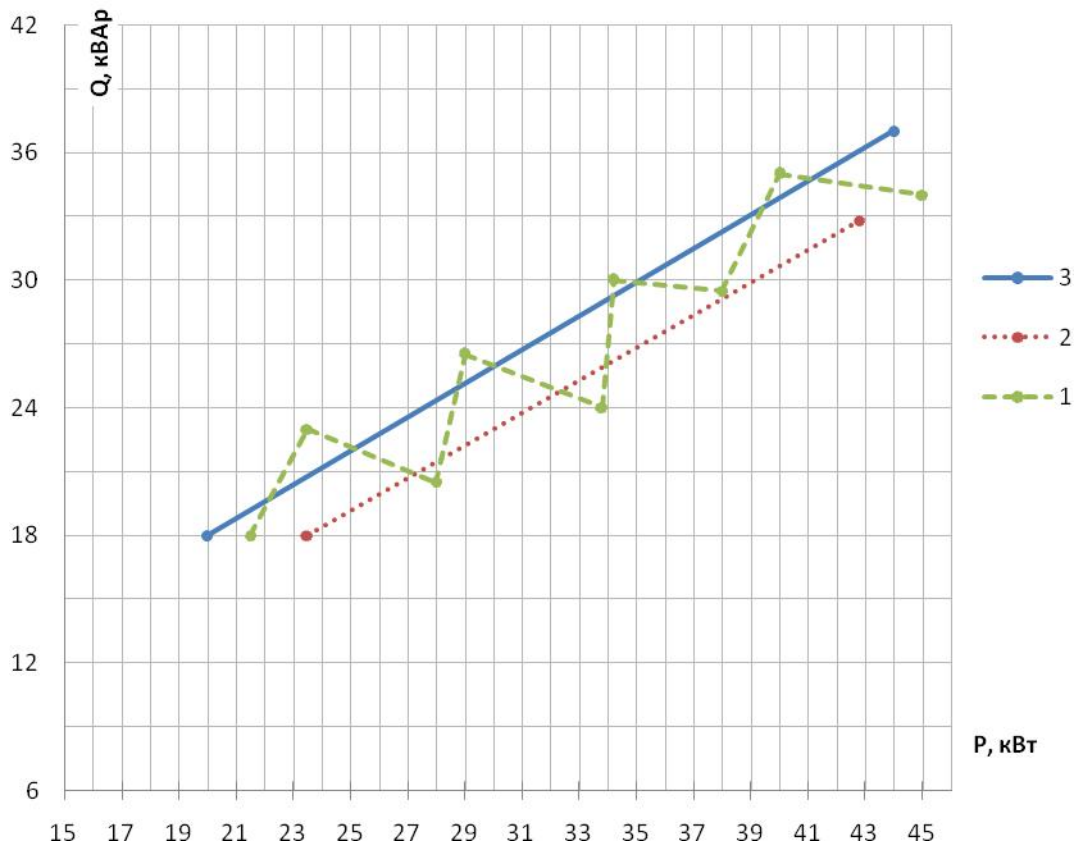


Рис. 1. Залежність між випадковими величинами активного та реактивного електронавантаження на полі кореляції: 1 – емпірична лінія регресії Q на P ; 2 – теоретична лінія регресії Q на P ; 3 – теоретична лінія регресії P на Q .

Одержали емпіричну лінію регресії реактивної потужності на активній потужності на полі кореляції.

Теоретичну лінію регресії можна вважати прямою [5]. Рівняння прямої лінії знаходили шляхом розв'язку системи нормальних рівнянь:

$$\begin{cases} N \cdot a_0 + a_1 \sum P \cdot n_p = \sum Q \cdot n_q; \\ a_0 \sum P \cdot n_p + a_1 \sum P^2 \cdot n_p = \sum Q \cdot P \cdot n_{qp}, \end{cases} \quad (1)$$

де N – число виконаних спостережень (число пар взаємопов'язаних величин Q і P);

$\sum P \cdot n_p$ – сума добутків відповідних P на їх частоти;

$\sum Q \cdot n_q$ – сума добутків відповідних Q на їх частоти;

$\sum Q \cdot P \cdot n_{qp}$ – сума добутків усіх P на Q і n_{qp} для тих клітинок кореляційною таблиці, в яких записані частоти.

Розв'язавши систему рівнянь, одержали рівняння прямої регресії P на Q та Q на P :

$$\bar{Q}_p = 3,42 + 0,752 \cdot P; \quad (2)$$

$$\bar{P}_q = 0,035 + 1,3 \cdot Q. \quad (3)$$

Побудовані теоретичні лінії прямих регресій Q на P та P на Q (рис. 1).

Висновки. Користуючись установленим кореляційним зв'язком між активною та реактивною складовими потужності можна точніше визначити пропускну здатність, втрати напруги і електроенергії в лініях, де відсутній облік реактивної енергії.

Література

1. *Сотнік О.В.* Питання прогнозування побутового електронавантаження / *О.В. Сотнік* // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2007. – Вип. 57: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України, т. 1. – С. 165-169.

2. *Сотнік О.В.* Компенсація реактивної потужності сільських низьковольтних мереж побутового призначення / *О.В. Сотнік, М.Л. Лисиченко* // Праці ТДАТУ, матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Актуальні питання енергетики і прикладної біофізики в агропродуцтві». – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 11, т. 4. – С.120-124.

3. Статистичний щорічник України / За ред. *О.Г. Осауленка*; Державний комітет статистики України. – К.: Консультант, 2008. – 571 с.

4. Статистична обробка даних: монографія / В.П. Бабак, А.Я. Білецький, О.П. Приставка, П.О. Приставка.– К.: МІВВЦ, 2001. – 387 с.

5. Венецкий И. Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе / И. Г. Венецкий, В. М. Венецкая. – М.: Статистика, 1979. – 448 с.

6. Основні теорії ймовірності та математичної статистики : навч. посібник для інж.-тех. та приклад спец. Вузів / В.П. Бабак, А.Я. Білецький, О.П. Приставка, П.О. Приставка. – К.: КВІЦ, 2003. – 431 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАГРУЗКИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Сотник О.В., Лисиченко Н.Л., Витренко Н.М.

Аннотация

На основе экспериментальных данных определена корреляционная связь между активной и реактивной составляющими сельских коммунально-бытовых электронагрузок, что определяется по формулам линейных регрессий.

INVESTIGATION DEPENDENCE ACTIVE AND REACTIVE COMPONENTS OF RURAL MUNICIPAL AND DOMESTIC ELECTRICAL LOAD ON THE BASE OF LINEAR REGRESSION EQUATIONS HAS BEEN ESTABLISHED

O. Sotnik, N. Lysychenko, N. Vitrenko

Summary

The relation between active and reactive components of rural municipal and domestic electrical load on the base of linear regression equations has been established.