

Вплив нелінійного навантаження на облік активної електричної енергії та визначення втрат в мережі.

*Базилевич Микола Володимирович.,
кафедра електроенергетики та систем управління
Національний університет «Львівська політехніка»*

$$P = P_1 + P_H$$

P_1 - активна потужність першої гармоніки, Вт;

P_H - активна потужність вищих гармонік, Вт;

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \cos(\Theta)$$

U_1 - діюче значення основної гармоніки напруги, В;

I_1 - діюче значення основної гармоніки струму, А;

$\cos(\Theta)$ - косинус кута між напругою та струмом;

Основна формула обчислення активної потужності

$$P = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n U_i \cdot I_i = \frac{W_a}{n \cdot m}$$

n – кількість відліків за період промислової частоти;

m – кількість періодів;

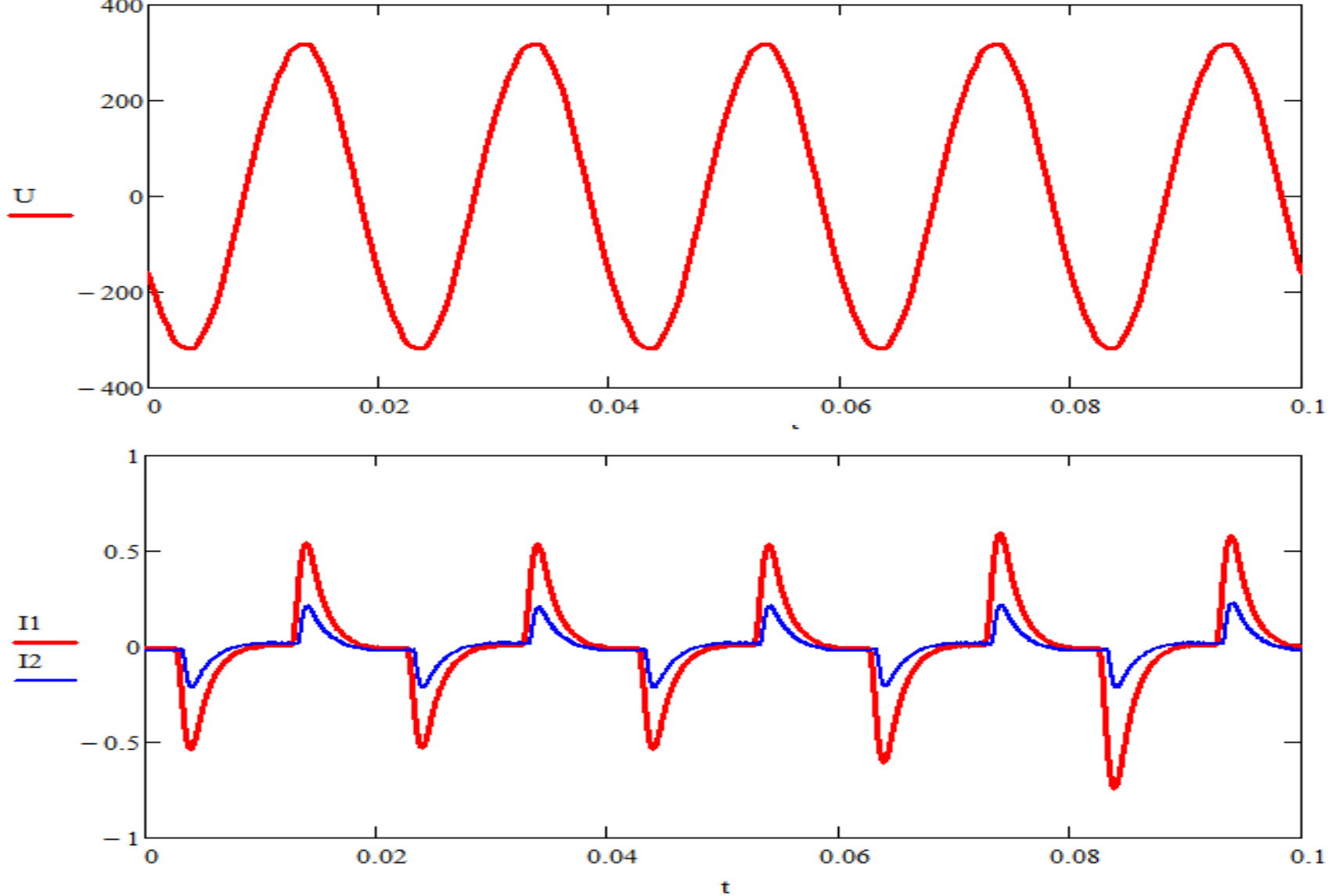
U_i, I_i – миттєві значення напруги і струму;

W_a – активна енергія, Вт·с

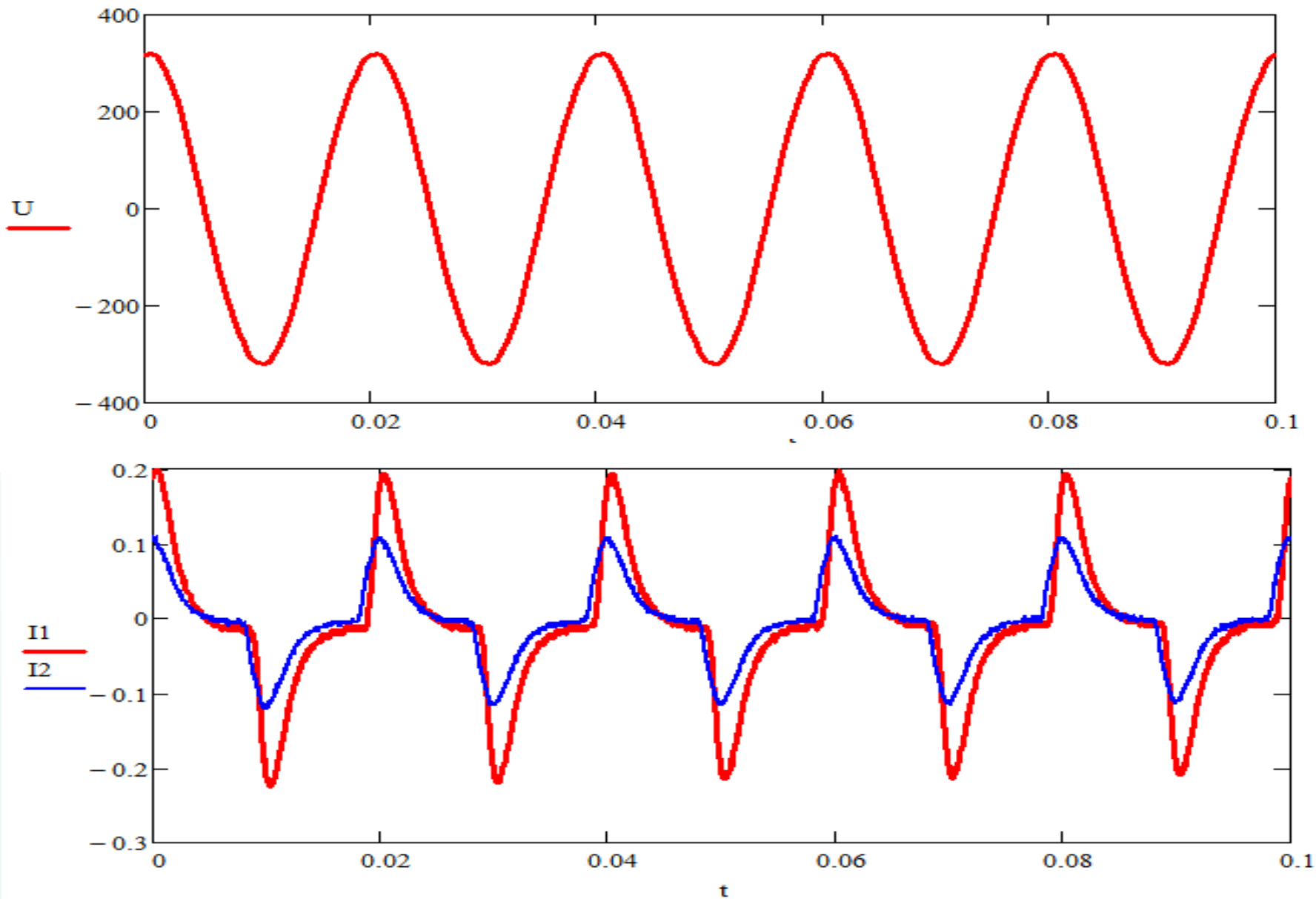
Обчислення активної потужності по гармоніках

$$P_H = U_0 \cdot I_0 + \sum_{h \neq 1} U_h \cdot I_h \cdot \cos(\Theta)$$

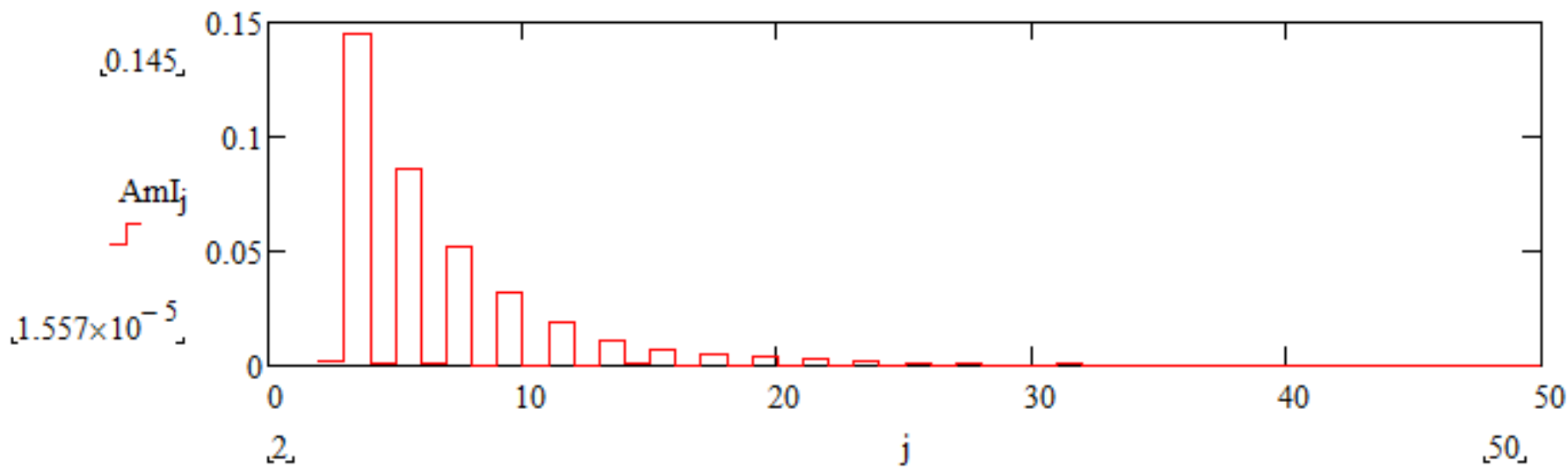
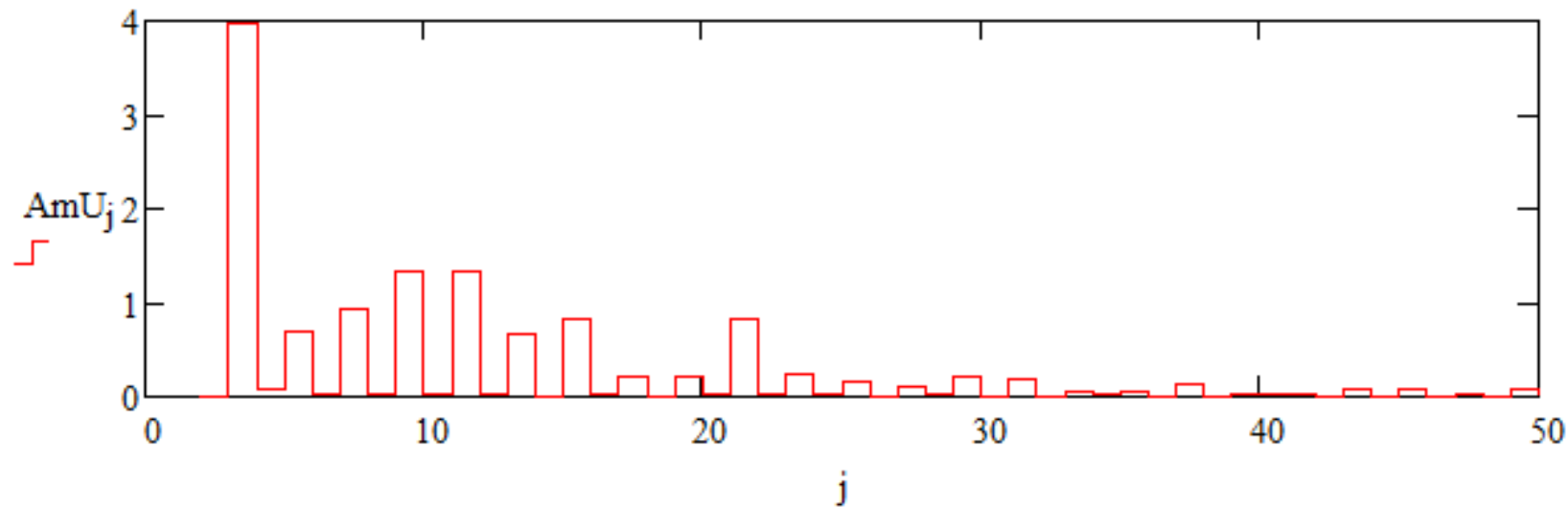
Додавання відбувається по всіх гармоніках h , включаючи субгармоніки та інтергармоніки



Натурна осцилограма напруги та струмів під час роботи імпульсних блоків живлення ноутбуків



Натурна осцилограма напруги та струмів під час роботи світлодіодних ламп потужністю 15 Вт і 10 Вт



Розклад напруги (верхній графік) і струму (нижній графік) по гармоніках .
Перша гармоніка не показана.

Активна потужність обчислена по основній формулі

$$P = 70,995 \text{ Вт}$$

Активна потужність, обчислена як сума канонічних гармонік

$$P = 71,045 \text{ Вт}$$

Методична похибка вимірювання активної потужності

$$\delta = 0,64\%$$

Активна потужність першої гармоніки

$$P_1 = 70,502 \text{ Вт}$$

Активні втрати в лінії, обчислені на основі виміряної активної потужності

$$\Delta P = \frac{P^2}{U^2} \cdot R = \frac{70,995^2}{224,71^2} \cdot 0,5 = 0,04991 \text{ Вт}$$

Активні втрати в лінії, обчислені на основі виміряного дійсного струму

$$\Delta P = I^2 \cdot R = 0,30083^2 \cdot 0,5 = 0,04525 \text{ Вт}$$

$$\delta = 9,3\%$$

$R=0,5$ Ом (прийнято умовно)

Висновки

1. Для коректного розрахунку втрат в елементах електричної мережі необхідно враховувати гармонічний склад напруги та струму.
2. Нелінійне навантаження збільшує еквівалентні втрати в елементах електричної мережі.
3. Врахування втрат електричної енергії по різниці показів лічильників лишається основним.

Доповідь закінчена

Дякую за увагу