

## ПОНЯТТЯ БАЛАНСУ ТА ЙОГО МІСЦЕ В ПРОЦЕСІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація:**

*У даній роботі розглянуто вплив небалансу електроенергії в електроенергетичній системі. Досліджено та проаналізовано ключові пункти, що мають вагомий вплив на параметри надійності та якості роботи мережі в цілому.*

**Ключові слова:** баланс, електроенергетична система, попит електроенергії

### **Abstract:**

*In this paper, the impact of electricity imbalance in the power system is considered. The key points that have a significant impact on the parameters of reliability and quality of the network as a whole are studied and analyzed.*

**Keywords:** balance, power system, power supply

### **Вступ**

Поняття балансу в роботі енергосистеми найгостріше впливає під час аналізу залежності між попитом споживачів на потужність і тим рівнем, який можуть забезпечити генеруючі установки. Дану мету можна досягти лише у тому разі, якщо поступово планувати та дотримуватися балансу між вищезгаданими процесами. Планування балансу має місце в усіх циклах управління та диференціюється у проміжку часу від годин до декількох років. При цьому не варто забувати про режимні властивості станцій, мереж та обладнання, які також мають вплив на енергетичний баланс[1].

До ключових пунктів, з яких складається загальний баланс, можна віднести:

- баланс активної потужності;
- баланс електроенергії;
- баланс реактивної потужності.

### **Основна частина**

Баланс активної потужності – становить відповідність між потужністю споживання та генерування на певному проміжку часу  $t$  (проміжок може змінюватися відповідно до необхідного). Саме збіжність споживання та потужності генерації є ключовою особливістю роботи енергетичного господарства в цілому.

Баланс потужності на період  $t$  має вигляд:

$$\sum P_{Гt} = \sum P_j + \sum \Delta P_t \quad (1)$$

де  $P_{Г}$  – сумарна потужність генераторів;

$P_j$  – сумарна потужність споживання;

$\Delta P_t$  – сумарна потужність витрат в мережі та власні потреби електростанцій.

Прогнозування балансу потужності повинно враховувати ряд параметрів. Необхідні складові зведені в таблиці 1[2].

Таблиця 1 – Параметри, що враховуються при формуванні балансу потужності

	<b>Потреби</b>	<b>Покриття потреб</b>
1	Навантаження споживачів	Робоча потужність електростанцій
2	Передача потужності в інші системи	Отримання потужності з інших систем
3	Необхідний резерв потужності	Резервна потужність електростанцій

Щодо балансу електроенергії, то процес його формування відбувається аналогічно і відображаються для добових, місячних, річних періодів. Частіше всього використовують баланси трьох видів:

- Баланс виробленої електроенергії за певний період t:

$$E_{\text{нав.}} = E_{\Gamma} - E_{\text{наєв.ЛЕП}} - E_{\text{в.п.}} \quad (2)$$

- Баланс електроенергії, відпущеної з шин станцій:

$$E_{\text{нав.}} = E_{\text{відп.}} - E_{\text{наєв.ЛЕП}} \quad (3)$$

- Баланс електроенергії, відпущеної споживачам:

$$E_{\text{нав.}} = E_{\text{відп.}} \quad (4)$$

Поняття балансів потужності та енергії є взаємопов'язаними, адже енергія є інтегральним показником потужності. Загалом баланси електроенергії необхідні для уточнення енергоресурсів, розрахунків та аналізу перетоків електроенергії в мережах, а також дослідження необхідного рівня електроенергії на власні потреби.

Баланс реактивної потужності має безпосередній вплив на рівень напруги у системі, а тому крайнє необхідно підтримувати його, опираючись на задані рівні напруги у конкретних вузлах системи. Рівняння балансу для реактивної потужності набуває вигляду:

$$\sum Q_{\Gamma t} + \sum Q_{\text{к.у.т}} + \sum Q_{\text{ЛЕПт}} = \sum Q_{\text{нав.т}} + \sum q_{\text{наєв.т}} \quad (5)$$

Щодо зв'язку балансу потужності та частоти в енергосистемі, то можна стверджувати, що рівень генерації енергоблоків та навантаження споживачів потрібно тримати під контролем, що забезпечуватиме якісну та безпечну синхронну роботу енергосистеми. Залежність «генерація – навантаження – частота» є необхідними, аби оператори передачі мали можливість виконувати свою роботу.

Регулювання частоти, потужності енергосистеми повинно виконувати головну функцію – відновлення балансу потужності та стабілізація її частоти. Сучасна світова практика включає в себе 3 етапи регулювання частоти, що є взаємопов'язаними та автоматичними: первинне, вторинне та третинне регулювання[3].



Рисунок 1 – Функціональна схема системи регулювання частоти та потужності в енергосистемі [4]

Заходи з регулювання частоти та потужності, які включають в себе дані етапи здійснюються у різних фазах, кожна з має різні характеристики. Згадані заходи є взаємозалежними і передбачають взаємозаміну у необхідний момент[5].

Співвідношення цих процесів у часі на прикладі виникнення дефіциту активної потужності і зниження частоти умовно показано на рис. 2

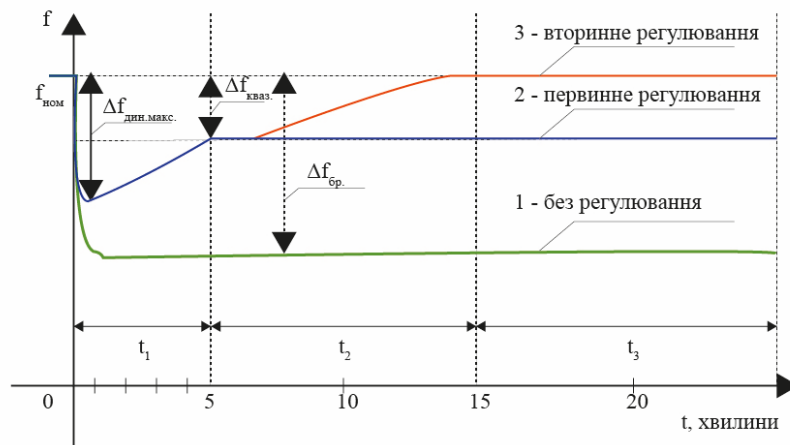


Рисунок 2 – Процес регулювання частоти[5]

### Висновок

Досліджуючи роботу ОЕС України, можна впевнено стверджувати, що фундаментом безпечного та якісного виконання її функціоналу є дотримання графіку генерування та навантаження, аби усі елементи працювали надійно та синхронно. Нажаль, непередбачувані аспекти не дають можливості забезпечити роботу усталеною, наприклад ті, які пов'язані з провалами або, навпаки, зростанням навантаження. Саме для таких випадків і розроблено каскад заходів – первинне, вторинне, третинне регулювання. За допомогою них ми маємо можливість підтримувати роботу системи у критичні моменти, а також відновлювати її нормальний режим роботи.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кравчук С. В., Лежнюк П. Д., Плотиця В. О., «Методи та засоби балансування потужності в електричних мережах з фотоелектричними станціями». XLVIII Науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки (2019)
2. Лежнюк П. Д., Повстянко К.О., «Балансування режимів електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами енергії». Оптимальне керування електроустановками (ОКЕУ-2021)
3. Лежнюк П. Д., Рубаненко О. О., «Підвищення енергоефективності відновлюваних джерел енергії в балансі електроенергії енергетичних систем». Оптимальне керування електроустановками (ОКЕУ-2021)
4. Томашевський Ю. В., Бурикін О. Б., Кулик В. В., Малогулко В. В., Гриник В. А. «Інформаційна система розподільної електричної мережі на базі концепції Smart metering із застосуванням типових графіків навантаження». № 3(21) (2020): Технічні науки та технології
5. P1 – Policy 1: Load-Frequency Control and Performance (2009) URL: <https://is.gd/QZ8FRA>

**Повстянко Катерина Олександрівна** —інженер I категорії, Відділ оперативного управління, НЕК «Укренерго», Вінниця, e-mail: [ekaterina.povstyanko@gmail.com](mailto:ekaterina.povstyanko@gmail.com)

**Затхей Максим Вікторович** - аспірант, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [maxzathey@gmail.com](mailto:maxzathey@gmail.com)

**Povstianko Kateryna O.** - engineer of the 1st category, department of operational management, NPC «Ukrenergo», Vinnytsia, e-mail: [ekaterina.povstyanko@gmail.com](mailto:ekaterina.povstyanko@gmail.com)

**Zathey Maksym V.** - student, Department of Electricity, Electromechanics and Electrical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [maxzathey@gmail.com](mailto:maxzathey@gmail.com)