

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМИ РЕЖИМАМИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

**В.А. ЖИДЕНКО<sup>1</sup>**, студент гр. М МЕСЕ 2021-1

**В.О. ПЕРЕПЕЧЕНИЙ<sup>1</sup>**, к.т.н., доцент

e-mail: [vitaliy.perepecheniy@kname.edu.ua](mailto:vitaliy.perepecheniy@kname.edu.ua)

<sup>1)</sup> Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова 17, м. Харків, Україна 61002

Завдання підтримки режиму роботи енергосистеми в оптимальному стані є одним з основних завдань оперативно-диспетчерського керування. Сучасні енергосистеми і інтелектуальні енергосистеми найближчого майбутнього характеризуються наявністю значної кількості елементів, режим яких є стохастичним в часі. Така поведінка енергосистем виникає за рахунок того, що в системі з'являється значна кількість поновлюваних джерел електроенергії, а також локальних облаштувань управління, алгоритм роботи яких не визначений на рівні енергосистеми. Завдання підтримання оптимальних режимів розширюється на мережі низької напруги де охоплення мережі вимірювальними приладами, а також узгодженість вимірів значно нижча, ніж в мережі високої напруги. В той же час, з'являються нові можливості управління за рахунок скоординованого управління засобами компенсації реактивної потужності, а також облаштуваннями регулювання напруги.

Насправді не існує комплексних рішень, що дозволяють в автоматичному режимі виконувати оптимізацію режиму по нарузі і реактивній потужності з урахуванням прогнозу зміни режиму роботи електричних мереж. Усі існуючі системи автоматичного управління за своєю суттю є реактивними, реагуючими на вимірювані відхилення контрольованих величин, таких як напруга на шинах підстанцій, перетікання потужності по лініях. Розрахунок оптимального режиму ґрунтується на параметрах поточного або наборі ретроспективних режимів. При цьому, як правило, не враховується, що вказане відхилення може носити короткочасний характер, і що для реалізації керуючих дій вимагається досить тривалий час.

Таким чином, зараз стають затребуваними алгоритми оптимального управління, працюючі в темпі процесу, у тому числі, що включають прогнозування режимів і динамічну оптимізацію електричних режимів мережі з наявністю елементів зі стохастичною поведінкою. Під темпом процесу розуміється робота системи управління зі швидкодією що забезпечує оптимальне управління нормальним режимом з горизонтом прогнозування близько діб.

Вже більше десяти років у багатьох країнах розвивається концепція так званих інтелектуальних ("розумних") електричних мереж (Smart Grids). Ця концепція включає розгляд таких питань, як:

- застосування силових елементів ЕЕС, що мають у своєму складі комп'ютерні облаштування управління і що використовуються для виробництва, накопичення, передачі, розподілу і споживання електроенергії;
- застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в управлінні ЕЕС;
- нові методи управління ЕЕС, що використовують, у тому числі комплексні обчислювальні алгоритми і машинне навчання;
- застосування регулюючих пристроїв, що забезпечують активну поведінку споживачів по управлінню власним електроспоживанням;
- використання поновлюваної і малої розподіленої генерації.

Окремо слід зазначити питання, що стосується розподіленої генерації. Нині по всьому світу впроваджуються джерела поновлюваної енергії, такі, як вітрогенератори і сонячні електростанції.

Така тенденція існує завдяки двом протилежним чинникам. З одного боку технології ВДЕ з урахуванням їх досить високої вартості стають затребуваними на тлі застарівання основних енергетичних фондів. З іншого боку, є і позитивний чинник наукового прогресу, завдяки якому вітрогенератори і сонячні електростанції можуть забезпечувати вже прийнятний ККД. При цьому, потужність, генерована такими джерелами енергії, не є постійною величиною і залежить від природних умов: наявність вітру, активності сонячного випромінювання тощо. В результаті така нестабільність генерації ВДЕ негативно впливає на стійку роботу електроенергетичної системи і ускладнює прогнозування і оптимізацію режимів ЕЕС. Тому класичний принцип організації управління електроенергетичними системами, коли режим заздалегідь планується і управління виконується вручну, не підходить для ЕЕС з великою часткою ВДЕ.

Завдання оптимального управління електричними режимами є одними з найбільш важливих і добре вивчених напрямів досліджень в енергетиці. Під оптимальним управлінням тут розуміється увесь спектр завдань, що включає планування режимів і автоматичне і автоматизоване диспетчерське управління. Як правило, в основі оптимального управління лежить завдання знаходження оптимального поточкорозподілу, що полягає в знаходженні мінімуму цільової функції за рахунок зміни вільних змінних системи, з урахуванням мережевих обмежень і обмежень на вільні параметри системи.