

**П. Д. Лежнюк, О. Б. Бурикін, А. В. Ситник**  
**БАЛАНСУВАННЯ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ З**  
**ФОТОЕЛЕКТРИЧНИМИ СТАНЦІЯМИ**

**Вступ.** Відповідно до світового досвіду, при інтеграції в енергосистемі значних потужностей відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) можуть виникнути певні проблеми із забезпеченням надійного балансу між виробництвом і споживанням електроенергії, пов'язані з нестабільністю поточної потужності фотоелектричних та вітроелектричних установок. На початок 2020 року загальна потужність ВДЕ в Євросоюзі склала 20%. Частина ВДЕ у виробництві електроенергії окремих країн: Данії - понад 30%, Португалії - 31%, Іспанії - 20%, Латвії - 40%, Німеччини - 18%. Відповідно до досвіду цих країн, порогова величина оцінюється як 10% від загального споживання електроенергії в країні [1].

**Результати дослідження.** Режим роботи ОЕС визначається виходячи з балансу виробництва та споживання потужності, ремонтів електромереж та генеруючого обладнання, а також можливості ліквідації аварійних ситуацій у разі відключення генеруючого обладнання на електростанціях та магістральних ліній електропередачі. На сьогодні в ОЕС України склалась ситуація коли встановлена потужність ВДЕ вже перевищує порогове значення у 10%, а державне стимулювання підтримує збільшення частки генерування ВДЕ у структурі генерування (рис. 1).

Інтеграція ВДЕ зменшує стійкість електроенергетичної системи завдяки заміні класичних синхронних генераторів [2]. Отже, високий рівень проникнення ВДЕ до системи із заміною класичного синхронного генератора зменшує загальну інерцію та збільшує швидкість регулювання частоти регуляторами електричних станцій, навіть при малому небалансі генерування і навантаження [3]. Крім того, зменшення резервної потужності внаслідок витіснення резервних генераторних установок спричиняє відхилення частоти [4].

Особливістю ВДЕ є залежність їх генерування від метеопараметрів. Вони не є гарантованими джерелами електроенергії. Потужність їх може змінюватися практично від нуля до номінальної. Очевидно, що для балансування режиму енергосистеми необхідно прогнозувати генерування ВДЕ.

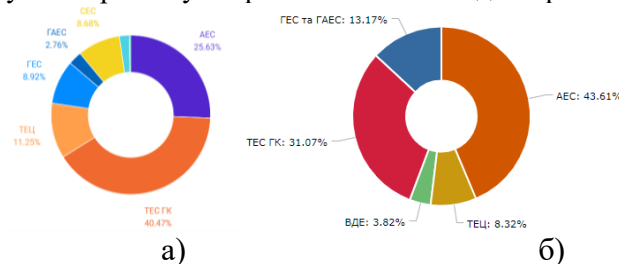


Рисунок 1 – Структура встановленої потужності а) та генерування б) ОЕС України

Для компенсації нестабільності генерування ВДЕ в задачі балансування є ряд способів:

- узгодження графіків електроспоживання і генерування ВДЕ;
- накопичувачі електроенергії: гідроелектростанції, хімічне акумулювання, водневі технології, біогазові технології та інші способи;
- використання наявних джерел генерування – в першу чергу блоків теплової генерації з регульовальним діапазоном по потужності 30–50%.

**Висновки.** Балансування режимів електричних мереж є актуальною задачею розв'язання якої потребує більш детального дослідження наявних способів компенсації нестабільності генерування ВДЕ. Одним із перспективних напрямів дотримання балансу є прогнозування генерування ВДЕ.

#### Література

1. M. Delfanti, D. Falabretti, M. Merlo, and G. Monfredini, "Distributed generation integration in the electric grid: energy storage system for frequency control," *Journal of Applied Mathematics*, vol. 2014, Article ID 198427, 13 pages, 2014.
2. J. Morren, S. W. De Haan, W. L. Kling, J. Ferreira, Wind turbines emulating inertia and supporting primary frequency control, *IEEE Transactions on power systems* 21 (1) (2006) 433–434.
3. M. H. Fini, M. E. H. Golshan, Frequency control using loads and generators capacity in power systems with a high penetration of renewables, *Electric Power Systems Research* 166 (2019) 43–51.
4. A. Ulbig, T. S. Borsche, G. Andersson, Impact of low rotational inertia on power system stability and operation, *IFAC Proceedings Volumes* 47 (3) (2014) 7290–7297.