

Черненко П.О., д.т.н. проф., Лоскутов С.С., аспірант

## ОНОФАКТОРНЕ КОРОТКОСТРОКОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ СУМАРНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ТРЬОХ ІЄРАРХІЧНИХ РІВНЯХ ОБ'ЄДНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ

Відомо, що для вирішення технологічних задач планування режимів АСДУ енергосистем заздалегідь проводиться короткострокове прогнозування (КСП) сумарного електричного навантаження (СЕН) з горизонтом прогнозування від 1 до 7 діб. Зараз задача КСП об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України розв'язується на кожному з трьох ієрархічних рівнях незалежно. Переваги багаторівневого вирішення цієї задачі вперше в вітчизняній практиці було наведено в роботі [1]. В роботі [2] сучасні методи ієрархічного прогнозування поділяються на дві групи: з низу вгору та з гори вниз. Перший підхід об'єднує прогнози з нижніх рівнів для прогнозу на кожен вищий рівень, а другий використовує тільки історичні дані з усіх рівнів для прогнозу. Зроблено висновок, що для підвищення точності прогнозування на верхньому рівні ієрархічної системи треба покращити точність прогнозування на нижніх рівнях. Відмічається, що крім географічних та зональних ієрархій важливим фактором ще є ієрархія метеорологічних факторів, які складно виявити для кожної ієрархічної зони.

В інституті електродинаміки НАНУ тривірнева КСП планується проводити за наступним алгоритмом. На нижньому рівні – обласних енергосистем враховується вплив на СЕН технологічних (режими роботи енергоємних підприємств), метеорологічних (температура повітря, хмарність, швидкість та напрямок вітру), астрономічних (час сходу та заходу сонця, світлова тривалість дня), календарних (робочі, вихідні, святкові та інші не регулярні дні). На другому рівні регіональних енергосистем враховуються навантажувальні втрати електроенергії в між обласних ЛЕП і окремо втрати в ЛЕП напругою 330 кВ та 750 кВ. На верхньому рівні ОЕС здійснюється синтез прогнозів другого рівня тому що додаткові фактори які треба враховувати – відсутні.

В даній роботі наведені результати однофакторних прогнозів на кожному з трьох ієрархічних рівнів ОЕС України. За допомогою розробленого апарату штучного інтелекту у вигляді нейронної мережі глибинного навчання типу LSTM.

LSTM-модуль - це рекурентний модуль мережі, здатний запам'ятовувати значення як на короткому так і на довгому проміжках часу, що допомагає краще обробляти часові ряди. Кожен модуль мережі передає частину інформації в інший модуль. Таким чином ми можемо запам'ятовувати та використовувати деяку послідовність в наступних модулях.

В даній роботі було побудовано математичну модель на кожен рівень. Тренування проводилось з січня 2015р. по серпень 2016р., тестову вибірку було розділено на 2-і групи: літню (остання неділя серпня) та зимню (остання неділя грудня). Результати RMSE (квадратний корінь з середньоквадратичної похибки) тестових вибірок представлені у таблиці.

Енергосистеми	Літній період, МВт	Літній період, %	Зимній період, МВт	Зимній період, %
Київенерго	57.58	5.9%	60.52	4.5%
ЦЕС	98.3	3.8%	75.1	2%
ОЕС	395	2.6%	308.65	1.5%

**Висновки.** За результатами прогнозування видно, що з кожним вищим ієрархічним рівнем точність збільшується. Це обумовлюється тим, що на нижньому рівні впливає більша кількість зовнішніх факторів, які зовсім не враховувались в математичній моделі.

### Література

- Черненко П.А. Многоуровневое взаимосвязанное прогнозирование электрических нагрузок энергообъединения / П.А. Черненко // Пр. Ін-ту електродинаміки НАНУ. Енергоефективність. – 2000. - С. 99-104.
- Seyedeh Narjes Fallah; Mehdi Ganjkhani; Shahaboddin Shamshirband. Computational Intelligence on Short-Term Load Forecasting: A Methodological Overview. MDPI 2019.