УДК 519.7:65.011

А.В. САВЧУК
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
e-mail: *a.savchuk@knu.ua*.

В.М. ГОРБАЧУК
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: *gorbachukvasyl@netscape.net*.

Ю.В. КРАК
Київський національний університет імені Тараса Шевченка; Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна, e-mail: *iurii.krak@knu.ua*.

ІНВАРІАНТНЕ ДО ЗМІНИ РЕЖИМУ КОРОТКОСТРОКОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМИ[1]

Анотація. Повномасштабна війна в Україні спричинила структурний злам режиму функціонування об'єднаної енергосистеми України, що суттєво ускладнило короткострокове прогнозування електричного навантаження. За таких умов моделі, навчені на абсолютних значеннях, втрачають здатність до стійкого узагальнення, оскільки залежать від масштабу системи та її робочої точки. Досліджено вплив способу подання даних на робастність прогнозу під час зламу режиму за умов прогнозування абсолютних значень і відносних змін з локальною нормалізацією вхідних вікон. Використано погодинні дані роботи об'єднаної енергосистеми України за 2014–2022 рр. Проведено контрольований факторний аналіз для двох архітектур: довготривалої короткочасної пам'яті і трансформера на абсолютних та інваріантних до масштабу значеннях. Показано, що перехід до відносних змін є ключовою умовою збереження точності за наявності структурного зламу режиму. Для обох архітектур інваріантне подання даних забезпечує істотно кращу міжрежимну стійкість, ніж стандартна постановка на абсолютних значеннях. Водночас архітектура трансформера перевершує архітектуру довготривалої короткочасної пам'яті у межах обох способів подання даних. Показано, що у задачах короткострокового прогнозування вирішальним чинником є не лише вибір моделі, а насамперед перехід до інваріантного простору ознак.

Ключові слова: короткострокове прогнозування навантаження, злам режиму, дрейф концепції, відносні прирости, довготривала короткочасна пам'ять, трансформер.

DOI 10.34229/KCA2522-9664.26.6.15

ВСТУП

Забезпечення стійкості та живучості об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України в умовах повномасштабної війни є однією з головних проблем керування критичною інфраструктурою. За таких умов особливого значення набуває короткострокове прогнозування електричного навантаження, оскільки воно складає основу балансування, планування резервів і диспетчерського керування. Водночас воєнні дії спричинили фундаментальну зміну статистики споживання електроенергії: у 2022 р. базовий рівень навантаження на енергосистему різко знизився, хоча частина закономірностей добових навантажень збереглася.

У задачах короткострокового прогнозування навантаження це означає структурний злам режиму, за якого модель стикається не з плавним дрейфом, а з різкою зміною робочої точки системи. Більшість сучасних моделей, зокрема довготривала короткочасна пам'ять (long short-term memory, LSTM) і трансфор-

[1] Дослідження частково здійснено у межах програми КПКВК 6541230 НАН України.
© А.В. Савчук, В.М. Горбачук, Ю.В. Крак, 2026