

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Полухіна Антона В'ячеславовича**

на тему **«Математичні моделі та комп'ютерні засоби визначення прогнозних погодинних обсягів попиту на електроенергію на ринку «на добу наперед»»**,  
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності  
122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології»

### **Актуальність дослідження**

Прогнозування погодинного попиту на електроенергію на ринку «на добу наперед» (РДН) є суспільно значущою й актуальною темою. Тому актуальним є розроблення математичних моделей та комп'ютерних засобів визначення прогнозних погодинних обсягів попиту на електроенергію на РДН. Дисертаційна робота Полухіна А.В. присвячена розробленню таких моделей. Сьогодні Україна продовжує перехід на нову модель ринку електроенергії, що створює необхідність достатньо точного прогнозування попиту для уникнення дисбалансів, мінімізації небалансів, цінових стрибків і фінансових втрат учасників ринку. Обрана тема повністю відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки «Інформаційні та комунікаційні технології» та «Енергетика та енергоефективність», що підкреслює її наукову та практичну значущість.

### **Наукова новизна та значущість результатів**

Наукове завдання, поставлене в роботі, загалом виконано на достатньому прикладному рівні. Серед досягнень варто відзначити дві реалізовані моделі прогнозування з різними горизонтами:

1) короткострокову (на добу вперед) з ітераційним механізмом уточнення на основі «аналогових днів» і відсікання нетипових спостережень, що практично підвищує точність для операційних сценаріїв;

2) середньострокову (від місяця до року), яка поєднує погодинні ряди з агрегованим місячним балансом, дозволяючи будувати погодинні прогнози за обмеженої доступності даних.

Таке конструкторське рішення є корисним для прикладних потреб ринку та демонструє прагнення автора до адаптації методів під реальні обмеження даних. Позитивно оцінюється апробація на реальних даних енергоринку України: прогнозні значення зіставляються з фактичними, отримані похибки в окремих періодах виглядають прийнятними для практики, а часткова виробнича інтеграція (за участі АТ «Оператор ринку») підкреслює прикладну значущість і життєздатність підходу в робочому середовищі. Водночас методичні інновації мають переважно інженерний характер: короткостроковий підхід спирається на відомі практики «аналогових днів», а середньострокове профілювання – на історичні частки.

### **Повнота викладення матеріалу та структура роботи**

Структура роботи є цілісною та послідовною: подано вступ, три розділи, висновки, список літератури та додатки. Розділи впорядковані від постановки проблеми й огляду предметної області до опису методів і прикладів застосування, що забезпечує логічний перехід між етапами дослідження.

1. У вступі сформульовано мету й завдання, обґрунтовано актуальність, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, окреслено заявлену новизну та прикладну орієнтацію результатів.

2. Розділ 1 містить огляд літератури й опис особливостей функціонування РДН; наведено використовувані підходи до прогнозування та чинники, що впливають на попит.

3. Розділ 2 подає формульні описи коротко- та середньострокових методів. При цьому доцільно додавати псевдокоди та повні рівняння, уніфікувати позначення та явно фіксувати припущення й обмеження для підвищення відтворюваності, відповідності сучасним вимогам відкритої науки.

4. Розділ 3 присвячено емпіричним прикладам на реальних даних.

Загалом організація роботи підтримує логіку дослідження та сприяє зручності ознайомлення з матеріалом. Для посилення академічної якості варто розширювати формальний опис методів і даних, конкретизувати процедури оцінювання, щоб підвищувати застосовність і відтворюваність пропозицій.

### **Мова та стиль роботи**

Робота викладена українською мовою; структура тексту логічна і послідовна; термінологічний апарат загалом усталений; стиль в більшості розділів витримано в академічній манері. Виявлені орфографічні та стилістичні недоліки є поодинокими і не впливають на розуміння змісту; оформлення (структура, рисунки, таблиці, бібліографія) в основному відповідає чинним вимогам МОН України (Наказ від 12.01.2017 № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації»). Розділи роботи є взаємопов'язаними, а перехід від постановки до методів і прикладів є загалом прозорим.

Водночас доцільно посилювати низку аспектів мовної та редакційної культури: уніфікувати нотації та позначення у формулах і тексті; уникати категоричних формулювань без емпіричної чи теоретичної підстави (зокрема твердження про «однозначно пряме співвідношення» попиту і ціни»); надавати точні визначення використовуваних термінів (наприклад, «вага відхилення») та забезпечувати послідовність скорочень і одиниць виміру. Бажано обмежувати описові елементи на кшталт знімків екрану на користь формалізованого викладу (псевдокод, рівняння, стандартизовані таблиці результатів) і вирівнювати стиль посилань і бібліографічних записів.

### **Апробація результатів та публікації**

Основні результати дослідження оприлюднено у 9 наукових статтях (з них 3 – у журналах, що індексуються Scopus та/або Web of Science, 2 – у фахових журналах зі спеціальності 122) і 7 матеріалах конференцій; зареєстровано 2 свідоцтва авторського права. Сукупність публікацій відображає ключові напрями

роботи та забезпечує первинну зовнішню апробацію отриманих результатів у фаховому середовищі. Представлені матеріали охоплюють як методичні аспекти коротко- та середньострокового прогнозування, так і прикладні результати для українського ринку, що підтверджує практичну орієнтацію дослідження. Недоліком є відсутність одноосібних публікацій у фахових виданнях. Посилання 5 індексується Scopus, а не Web of Science, а посилання 4 – навпаки. Посилання 2 не індексується Web of Science. Scopus вказує на 2 публікації Полухіна А. Загалом наукові результати дисертації висвітлені не менше ніж у трьох наукових публікаціях здобувача

Для подальшого посилення якості апробацій доцільно: розширювати експериментальну частину порівняннями з підходами state-of-the-art; застосовувати стандартизований протокол оцінювання; підвищувати відтворюваність шляхом надання відкритих або синтетичних наборів даних разом із контейнеризованим середовищем і супровідним кодом.

### **Зауваження та пропозиції**

Для стислості зведено цільові зауваження й кроки вдосконалення, що безпосередньо підсилюють методологію, оцінювання та відтворюваність.

1. Незважаючи на масштабний опис предметної області, бракує строгої формалізації алгоритмів: не подано псевдокодів, не виділено чітких цільових функцій і припущень. Алгоритм «ваги відхилення» не визначено математично, а критерій «менше нуля» не має інтерпретації. Вибір гіперпараметрів (вікно, число ітерацій) не обґрунтовується і не супроводжується аналізом чутливості. Рекомендується надавати повний математичний опис алгоритмів (рівняння, псевдокод), виписувати цільові функції та обмеження; формально вводити критерії відсікання/зважування.

2. Відсутнє системне порівняння із сучасними базовими лініями (naive/seasonal-naive, SARIMA/Prophet/GBM, LSTM/TFT), що не дозволяє оцінювати приріст якості відносно стандартних методів. Рекомендується додавати

базові лінії (naive/seasonal-naive, SARIMA/SARIMAX/Prophet, XGBoost/LightGBM/CatBoost, LSTM/TFT) і проводити системні порівняння, розширювати набір ознак (погода, календарні індикатори (свята/передсвятя/постсвятя) тощо).

3. Розділи з прикладами переобтяжені скріншотами й описами кроків у Excel замість формального опису методів і валідаційного протоколу. На рівні даних відсутні схема БД/ETL, опис контролю якості, а у наведеному VIEW проглядаються помилки псевдонімів і ризик ділення на нуль. Структурно розділ із методами поступається обсягом описовим фрагментам, внаслідок чого обмежується відтворюваність і перевірність. Рекомендується покращувати інженерну зрілість і відтворюваність проєкту шляхом реплатформізації прототипу, використовуючи платформено-незалежну послідовність етапів збору.

4. Не всі дані, що становлять основу дослідження, є відкритими; не надано синтетичних/анонімізованих наборів і контейнерів для їх відтворення, набори раніше відкритих даних досліджуваних об'єктів або відкриті дані аналогічних об'єктів, доступних у міжнародних базах даних. З точки зору захисту інформації, водночас слід досить загально викладати нові моделі та засоби, які розробляються в дисертації. Наведені 2 SQL-скрипти відображають лише часткову імплементацію та містять техніко-методичні вади. Тому цих скриптів недостатньо для верифікації заявлених висновків. Рекомендується готувати синтетичні чи анонімізовані набори даних та інструкції запуску для експлуатації користувачами.

## **Висновок**

Робота торкається важливої прикладної проблеми ринку електроенергії й містить орієнтовані на практику результати. Водночас робота потребує посилення методологічної строгості, відтворюваної експериментальної валідації та інженерної зрілості. Рекомендовано доопрацьовувати формалізацію постановок та алгоритмів, порівняння зі state-of-the-art, ієрархічне узгодження та відтворюваний конвеєр обробки й оцінювання даних.

Незважаючи на ці зауваження, з огляду на наявні напрацювання і прикладне значення, загалом дисертаційна робота Полухіна А.В. відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженому Постановою Кабінету Міністрів (КМ) України від 12.01.2022 № 44 (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 507 від 03.05.2024). Тому вважаю, що автор цієї роботи Полухін Антон В'ячеславович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

#### Офіційний опонент

Завідувач відділу інтелектуальних  
інформаційних технологій Інституту  
кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України  
доктор фізико-математичних наук, професор

Василь ГОРБАЧУК

