

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Полухіна Антона Вячеславовича

на тему **«Математичні моделі та комп'ютерні засоби визначення прогнозних погодинних обсягів попиту на електроенергію на ринку «на добу наперед»»**,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань

12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми дисертації

Тема дисертаційної роботи є актуальною, оскільки спрямована на розв'язання важливого наукового завдання, що полягає у розробленні математичних моделей та комп'ютерних засобів визначення прогнозних погодинних обсягів попиту на електроенергію на ринку «на добу наперед». Цей сегмент оптового ринку електроенергії відіграє ключову роль у балансуванні виробництва і споживання, а точне короткострокове та середньострокове прогнозування попиту дозволяє учасникам ринку ефективніше планувати продаж електроенергії та оптимізувати цінові стратегії. В Україні впровадження нової моделі енергоринку з 2019 року підсилило потребу в сучасних методах та комп'ютерних засобах прогнозування, оскільки наразі відсутні універсальні алгоритми добового прогнозування попиту, а публічні дані про погодинне споживання є обмеженими. У цих умовах розроблення нових математичних моделей, що будуть враховувати особливості попиту (сезонність, дні тижня, вплив двосторонніх контрактів тощо) на ринку «на добу наперед» (РДН), та відповідних комп'ютерних засобів, є актуальним завданням водночас для науки і практики. Таким чином, обрана тема відповідає нагальним потребам галузі та має важливе значення для забезпечення стабільності та прозорості функціонування ринку електроенергії.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Дисертація містить нові наукові результати, які обґрунтовані теоретично і підтверджені експериментально. Здобувачем запропоновано комплекс математичних моделей для короткострокового (добового) та середньострокового прогнозування погодинних обсягів попиту на електроенергію. Зокрема, розроблено спеціалізований ітеративний алгоритм короткострокового прогнозування, що враховує динаміку змін попиту між подібними днями та відсіює атипові дні, підвищуючи точність передбачення. Також запропоновано модель середньострокового прогнозу, яка оперує історичними даними споживання та прогнозним місячним балансом електроенергії, дозволяючи робити прогноз за умов обмеженого набору даних. В роботі реалізовано програмне забезпечення для обох моделей та проведено верифікацію отриманих результатів (виконано порівняння прогнозованих значень із фактичними), що підтвердило достовірність моделей.

Наукова новизна результатів підтверджується відсутністю аналогів запропонованого підходу в сучасній літературі. Додатково слід відмітити отриманням двох свідоцтв про реєстрацію авторського права на реалізовані алгоритми. Загалом, положення дисертації є достатньо аргументованими, базуються на сучасному науковому підґрунті та характеризуються помітним елементом новизни.

Оцінка змісту та мови дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота повністю відповідає встановленим вимогам до кваліфікаційних наукових праць. Поставлене в дисертації наукове завдання виконано повністю, здобувач продемонстрував впевнене володіння методологією наукового дослідження. Зміст роботи оцінюється позитивно: дисертація є завершеною, цілісною науковою працею і підготовлена з дотриманням норм академічної доброчесності. За тематикою і структурою дисертація узгоджується зі Стандартом вищої освіти за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» та відповідає змісту освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії за цією спеціальністю. Дисертаційна робота містить виразний особистий внесок автора у галузі інформаційних технологій, її результати відображають самостійне дослідження здобувача. Перевірка тексту дисертації на наявність запозичень показала відсутність плагіату, випадків фальсифікації чи фабрикації результатів не виявлено; всі використані джерела та ідеї інших авторів процитовано належним чином. Таким чином, за змістом і оформленням дисертація повністю відповідає встановленим критеріям і може розглядатися як завершене самостійне дослідження.

Дисертаційна робота має чітку структуру. Вона складається зі вступу, трьох розділів (які поділено на підрозділи), висновків, списку використаних джерел та додатків. У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, окреслено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Перший розділ присвячено аналізу сучасного стану проблематики та огляду ринку електричної енергії. На основі огляду сформульовано висновок про необхідність розробки моделей прогнозування з урахуванням специфіки українського ринку. У другому розділі викладено теоретичні засади розроблених математичних моделей: розглянуто класичні статистичні моделі (ARIMA, регресії тощо) та сучасні підходи, проаналізовано вплив різних факторів (сезонність, день тижня, довгострокові контракти) на динаміку попиту, детально описано алгоритм короткострокового прогнозування попиту із застосуванням багаторазового ітераційного аналізу схожих днів, а також модель середньострокового прогнозування із використанням історичних даних та прогнозного балансу електроенергії. Третій розділ містить результати практичної реалізації запропонованих моделей: наведено приклади розрахунків та обґрунтовано вибір параметрів моделей, представлено комп'ютерні засоби

автоматизації прогнозних розрахунків, описано структуру програмної реалізації та інтерфейсу для користувачів (учасників ринку). Проведено експериментальні дослідження точності прогнозування (результати моделей порівняно з фактичними даними за вибраними періодами), що підтвердило ефективність підходу. Дисертація містить висновки, в яких підсумовано наукові та практичні результати роботи, і додатки з ілюстративними матеріалами та фрагментами програмного коду. Логіка викладення матеріалу є послідовною – від постановки проблеми та теоретичних розробок до практичної реалізації й оцінки результатів. Стиль викладення науковий, коректний і зрозумілий. Текст написаний українською мовою, термінологія використовується послідовно та відповідно до усталеної в галузі, що забезпечує однозначність трактування результатів. Оформлення дисертації відповідає чинним вимогам наказу МОН України від 12.01.2017 № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». Загалом, стиль і мова роботи свідчать про високий рівень наукової культури здобувача і роблять результати дослідження доступними для фахівців відповідної галузі.

Оприлюднення результатів дисертації

Основні наукові результати дисертаційного дослідження опубліковані у 18 наукових працях здобувача, з них 6 статей – у фахових виданнях України, 3 – у журналах, що індексуються базою Scopus та/або Web of Science. Також результати роботи апробовано на всеукраїнських та міжнародних науково-практичних конференціях (7 тез доповідей) та підтверджено двома авторськими свідоцтвами на програми. Публікаційна активність здобувача є високою і достатньою для повного висвітлення основних положень дисертації. Отже, основні положення та результати дисертації належно відображені у наукових публікаціях автора, а також пройшли достатню апробацію.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. У вступі доцільно обґрунтовувати, чому робота відповідає спеціальності - 122 «Комп'ютерні науки».
2. Підрозділи 2.1–2.7 мають здебільшого оглядовий характер, і тільки підрозділ 2.8 містить виражені результати досліджень автора.
3. На рисунках 3.2.1 – 3.2.10 результати моделювання наведені у табличному вигляді, тому їх аналіз для читача дещо ускладнений. Бажано більш наглядне представлення, наприклад у вигляді графіків (як на рисунку 3.5.1).
4. У висновках по всій роботі і розділах бажано здійснювати акцент на моделях і комп'ютерних засобах, а не на ринкових і економічних аспектах.
5. Висновки по розділах занадто детальні. Бажано у висновках чітко виділяти результати досліджень автора в порівнянні з раніше відомими.
6. У загальних висновках бажано використовувати слова «вперше запропоновано» і «отримали розвиток», оскільки в роботі висновки щодо наукових

та прикладних результатів представлені у вигляді, з якого важко визначити, що отримано автором вперше, а що отримало свій розвиток.

Зазначені зауваження мають здебільшого рекомендаційний характер і жодним чином не применшують наукової новизни та практичної цінності одержаних результатів та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок

Дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії **Полухіна Антона Вячеславовича** на тему **«Математичні моделі та комп'ютерні засоби визначення прогнозних погодинних обсягів попиту на електроенергію на ринку «на добу наперед»»** є кваліфікаційною науковою працею, виконаною на високому науковому рівні. Робота не містить академічно недоброчесних запозичень, має важливе практичне значення для галузі енергетики та інформаційних технологій, а отримані результати вирішують актуальне наукове завдання щодо розроблення математичних моделей та комп'ютерних засобів визначення прогнозних погодинних обсягів попиту на електроенергію на ринку «на добу наперед». Дисертація за своєю актуальністю, науковою новизною та повнотою виконання відповідає вимогам пунктів 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою КМУ від 12.01.2022 № 44. Вважаю, що **Полухін Антон Вячеславович** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Рецензент:

головний науковий співробітник відділу
моделювання енергетичних процесів і систем
Інституту проблем моделювання в
енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України,
д.т.н., проф.

Віктор САМОЙЛОВ