

## **ВІДГУК**

офіційного опонента, доцента кафедри електропостачання Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», кандидата технічних наук Калінчика Василя Прокоповича, на дисертаційну роботу Горського Віталія Вікторовича «Триетапний метод прогнозування попиту на енергоресурси», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### **Обґрунтування вибору теми дисертаційної роботи**

Прогнозування попиту на енергоресурси в економіці країни, регіонів та за видами економічної діяльності необхідне для визначення можливостей їх подальшого розвитку та забезпечення енергоресурсами як на рівні країни, так і на рівні регіону. Темпи розвитку і пропорції в економіці країни та регіону впливають на рівні енергоспоживання, а останні визначають перспективи самої країни та власне регіонів, тобто ці показники є взаємозалежними.

Тема дисертаційної роботи відповідає пріоритетному напрямку розвитку науки України «Енергетика та енергоефективність». Її підготовлено в Інституті загальної енергетики НАН України у відділі ефективності енерговикористання та оптимізації енергоспоживання Інституту загальної енергетики НАН України (з 01.11.2022 відповідно до наказу директора Інституту від 26.10.2022 № 21-осн назву відділу змінено на «відділ прогнозування енергетичної ефективності та перспективних паливно-енергетичних балансів» Інституту загальної енергетики НАН України). Тематика даної роботи входила до складу наукових робіт, які були виконані в Інституті загальної енергетики Національної академії наук України протягом 2019-2021 рр.: «Розвиток комплексного методу прогнозування енергоспоживання з урахуванням специфіки енерговикористання сектору загального державного управління, некомерційних організацій та домогосподарств (фундаментальна, ДР № 0119U100114), «Розвиток методу повної енергоемності для визначення ефективності багатопродуктових енергоемних виробництв (прикладна, ДР № 0119U100113), при виконанні наукових досліджень за стипендією НАН України на тему «Удосконалення методу оцінки потенціалу енергозбереження за повний технологічний цикл при комбінованому виробництві енергоносіїв протягом 2020-2022 рр.

### **Оцінка структури та змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Горського В.В. має такі основні структурні елементи: титульний аркуш; анотація; зміст; перелік умовних позначень; вступ; п'ять розділів; висновки; список використаних джерел; додатки. Загальний обсяг роботи складає 175 сторінок, у тому числі 101 сторінка основного тексту, 3

рисунки, 43 таблиці, список використаних джерел із 113 найменувань і 6 додатків.

**У вступі** обґрунтовано вибір теми дисертаційної роботи, відзначено зв'язок роботи з науковими програмами та планами, сформульовано мету та задачі дослідження, викладено наукову новизну, практичне значення результатів роботи, зазначено особистий внесок здобувача в друкованих працях, наведено відомості про апробацію отриманих результатів і публікацій.

**У першому розділі** проведено аналітичний огляд існуючих моделей довгострокового прогнозування попиту на енергоресурси, визначено, що при прогнозуванні попиту на енергоресурси враховуються такі параметри як: динаміка соціально-економічних показників за ретроспективний період; зміна фізичного (ВВП); прогноз ВВП на перспективу, електроємність ВВП, теплоємність ВВП; обсяг ВВП на особу; чисельність населення; ціна на електроенергію; інфляція; рівень безробіття, обсяг житлового фонду, частка міського населення. В цьому розділі, також, приведені фактори, що вплинули на необхідність нової моделі прогнозування, що ґрунтується на статистичних даних, які є у відкритому доступі.

**У другому розділі** розроблено триетапний метод та відповідну трирівневу математичну модель прогнозування енергоспоживання на рівнях країни, регіонів та видів економічної діяльності регіонів. На всіх рівнях прогнозування енергоспоживання обрано один показник енергетичної ефективності – енергоємність валової доданої вартості кожного рівня.

Запропоновано узгоджувати отримані прогнози за двома етапами: I-е узгодження – між сумарним обсягом енергоресурсу за ВЕД в регіоні та регіональним обсягом енергоспоживання з подальшим підсумовуванням результатів по всіх регіонах і II-е узгодження – між сумарним регіональним рівнем і національним з подальшим розподілом остаточно узгодженого прогнозу зверху донизу.

**У третьому розділі** для оцінки енергетичної ефективності, на прикладі виробництва теплової та електричної енергії на теплоелектроцентралі запропоновано визначати їх енергоємність на таких ієрархічних рівнях: технологічного агрегату - пряму; технологічного процесу чи цеху виробництва кінцевої продукції - технологічну; підприємства (електростанції) – повну заводську; на рівні країни – повну енергоємність.

Удосконалено методичний підхід до визначення кількох видів енергоємності теплової та електричної енергії при їх виробництві за оновленим методом, що враховує коефіцієнти розподілу спільних енергетичних витрат. Запропоновано показник технологічної енергоємності із врахуванням енергоємності природоохоронних заходів, який дозволив оцінити енергетичні витрати на зменшення шкідливого пливу на довкілля у конкретній технології.

**В четвертому розділі** для оцінки показника технічно можливого потенціалу енергозбереження вперше використано новий показник технологічної енергоемності енергоносіїв та застосовано нову розрахункову математичну модель його визначення, яка враховує крім питомих енергетичних витрат на основні та допоміжні технологічні процеси, ще й енергоемність природоохоронних заходів. Для визначення економічно доцільного потенціалу енергозбереження запропоновано використовувати показник повної заводської енергоемності, що включає крім технологічної складової ще й енергоемність основних виробничих фондів та енергоемність трудовитрат.

**У п'ятому розділі** здійснено розрахунок прогнозу електричної та теплової енергії за розробленою трьохрівневою математичною моделлю. Загальний попит на теплову та електричну енергію по країні, регіонах та видах економічної діяльності регіонів країни представлено за прогнозом регіональною структурою відносно 2017 р. Прогнози виконано у довоєнний період, вони враховують ті тенденції, які були закладені для подолання COVID-пандемії.

**Висновки** повною мірою висвітлюють отримані у роботі наукові та практичні результати.

**У додатках** наведено список публікацій здобувача за темою дисертації та акти впровадження і використання результатів дисертаційної роботи.

### **Наукова новизна отриманих результатів**

1. Розвинуто комплексний метод прогнозування попиту на енергетичні ресурси, який на відміну від існуючого, дозволив отримувати прогнозні рівні споживання енергетичних ресурсів одночасно на трьох ієрархічних рівнях економіки: країна, регіони, види економічної діяльності в регіонах та дозволяє виконувати прогнозування на основі доступних статистичних даних.

2. Вперше розроблено трьохрівневу математичну модель прогнозування енергоспоживання, в якій запропоновано використовувати однотипні показники енергоефективності – енергоемність валової доданої вартості для відповідних ієрархічних рівнів з урахуванням регіональних особливостей економіки.

3. Адаптовано метод узгодження прогнозних рішень для подвійного узгодження результатів, отриманих за допомогою розробленої трьохрівневої математичної моделі прогнозування енергоспоживання, шляхом застосування методу узгодження прогнозних рішень на двох етапах: узгодження суми енергоспоживання за ВЕД в регіоні та регіонального рівня; узгодження суми попередньо отриманих регіональних рівнів з національним.

4. Для визначення технологічних потенціалів енергозбереження на рівні виробництва енергоносіїв запропоновано використати новий показник технологічної енергоемності, який включає коефіцієнт розподілу спільних енергетичних витрат на виробництво двох видів енергоносіїв, та враховує крім

енергетичних витрат в основному та допоміжному обладнанні ще енергетичні витрати на природоохоронні заходи для зменшення шкідливого навантаження на довкілля.

### **Оцінка обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації**

Наукові положення, висновки й рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі, обґрунтовані належним чином. Такий висновок можна зробити, зважаючи на змістовний огляд науково-технічної літератури за темою дисертації, використання сучасних методів дослідження, порівняння отриманих результатів із фактичними. Отримані в дисертації результати, висновки та рекомендації є логічно і математично обґрунтованими.

### **Практичне значення отриманих результатів**

Розвинутий комплексний метод для трьохрівневої ієрархічної системи енергоспоживання базується на доступних статистичних даних і є надійним інструментом прогнозування енергоспоживання, оскільки надає узгоджені прогнози на відповідних ієрархічних рівнях.

Адаптований для трьохрівневої системи безітераційний метод узгодження прогнозних рішень показав свою адекватність для багаторівневої моделі прогнозування енергоспоживання.

Запропонований показник технологічної енергоемності продукції на прикладі сумісного виробництва теплової та електричної енергії використаний у трирівневій моделі для обчислення технологічного потенціалу енергозбереження з урахуванням енергетичних витрат на природоохоронні заходи, що дозволило обрати екологічно ефективну технологію спалювання органічного палива.

Практичне значення результатів роботи також полягає у тому, що результати наукової роботи було використано в Інституті загальної енергетики НАН України.

### **Апробація результатів дисертації**

Основні положення дисертаційної роботи та її окремі результати доповідались та були апробовані у матеріалах Міжнародної науково-практичної конференції «Наука, техніка і технології: глобальні та сучасні тенденції . 27–28 грудня 2019 р. Прага, Чеська Республіка. 2019; XII Міжнародній онлайн-конференції «Проблеми теплофізики та теплоенергетики . 26-27 жовтня 2021 р. Київ; XVII Міжнародній науково-практичній конференції «Вугільна теплоенергетика: шляхи реконструкції та розвитку Інституту теплоенергетичних технологій НАН України. 19–20 жовтня 2021 р. Київ; XXXIX науково-технічній конференції молодих вчених та спеціалістів ІПМЕ ім. Г.Є.

Пухова НАН України, м. Київ, 12 травня 2021 р.; XL науково-технічній конференції молодих вчених та спеціалістів ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, м. Київ, 11 травня 2022 р.; At the 3rd International Conference on Sustainable Futures: environmental, technological, social and economic matters (ICSF 2022), May 24-27, 2022 at Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine.

### **Оцінка оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повноти викладу наукових положень та результатів в опублікованих працях**

Дисертаційна робота має внутрішню єдність та логіку. Мова і стиль дисертації в цілому задовільні та відповідають вимогам стандартів оформлення науково-дослідних робіт. Обсяг і структура дисертації відповідають вимогам та рекомендаціям атестаційного органу України.

Під час вивчення та аналізу дисертаційної роботи випадків порушення академічної доброчесності виявлено не було.

Основний зміст дисертації викладено в 7 наукових працях, з яких 2 публікації, що входять до міжнародної наукометричної бази Scopus. Матеріали роботи доповідалися на 7 міжнародних науково-технічних конференціях.

### **Відповідність дисертаційної роботи спеціальності та зауваження до роботи**

Дисертація за змістом повністю відповідає спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, за якою вона представлена до захисту.

1. У темі дисертації вказано прогнозування попиту на енергоресурси, але в роботі наведено прогноз тільки для теплової та електричної енергії, тому чи можна використати дану модель для прогнозування попиту на вугілля, газ та інше паливо?

2. У роботі розглянуто застосування удосконаленого методу визначення повної енергоємності енергоносіїв для визначення доцільності впровадження заходів з підвищення енергоефективності тільки на теплоелектроцентралях, чим це зумовлено і чому не було включено конденсаційні електростанції?

3. В роботі бажано було б привести більш детальну процедуру отримання прогнозних значень споживання енергоресурсів, наприклад, споживання енергоресурсів населенням.

4. У тексті дисертаційної роботи наявні незначні орфографічні та синтаксичні помилки.

## Висновок

За результатами розгляду дисертаційної роботи можна зробити такі висновки.

1. Дисертаційна робота в цілому є самостійно виконаним завершеним науковим дослідженням на актуальну тему. Вона містить нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності розв'язують важливу задачу прогнозування попиту на енергоресурси.

2. Дисертація відповідає спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Основні наукові положення дисертації досить повно та об'єктивно викладені у публікаціях здобувача.

3. За своїм змістом і науковим рівнем дисертаційна робота повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, що висуваються до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а її автор Горський Віталій Вікторович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка з галузі знань 14 – Електрична інженерія.

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук

доцент кафедри електропостачання

Навчально-наукового інституту

енергозбереження та енергоменеджменту

КПІ ім. Ігоря Сікорського



Калінчик

Василь Прокопович

*Підпис засвідчує:*

*Учаший секретар університету*



*Валеріє Холєво*