

РЕЦЕНЗІЯ
на дисертаційну роботу
Докшиної Софії Юрїївни

на тему «Моделі та методи моніторингу енергоефективності регіонів України»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 14 Електрична інженерія
за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність теми дисертації.

Зростаюча вірогідність нестачі традиційних джерел енергії змусила людство шукати шляхи подолання їх дефіциту, і разом із політико-економічними конфліктами, негативними кліматичними змінами породили концепцію енергоефективності та сталого розвитку. Поняття енергоефективності містить в собі раціональне використання ресурсів, та має залежність від стратегічних чинників та задач оцінювання. І хоча, алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту існували досить давно, їх потенціал у задачі підвищення рівня енергоефективності та розробленні стратегій розвитку недостатньо досліджені. В Україні існує високий потенціал з підвищення рівня енергоефективності, оскільки енергоефективність споживання певних видів ресурсів є більшим ніж у Європейських країнах. Як і у характері загального Світового споживання, Україна має найбільший потенціал у секторах кінцевого споживання домогосподарств, транспортному секторі та секторі виробництва. Тому досить влучно, що у даному дослідженні був взятий фокус на підвищення рівня енергоефективності домогосподарств та транспортного сектору. З огляду на вищезазначене, можна зробити висновок, що тема дисертаційної роботи є **актуальною і доречною**.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Виконані в дисертаційній роботі дослідження базуються на застосуванні теорії системного аналізу для дослідження схожих ознак регіонів за критерієм енергоефективності, та теорії штучних нейронних мереж для побудови оптимізаційної моделі вироблення біогазу.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- Отримав подальший розвиток механізм моніторингу енергоефективності регіонів України, а саме, кластерне розмежування регіонів України з використанням дискримінантного аналізу, та модель рейтингування регіонів всередині кластерів (бенчмаркінг регіонів).

- Вперше побудовано інтервальне оцінювання індикаторів енергоефективності, що дозволяє порівнювати регіони у динаміці критичних змін.
- Метод оцінювання рівня енергоефективності регіонів України дає змогу досягти кластерної стабільності та виробити стратегії розвитку для кожного кластеру.
- Запропонована модель розрахунку газо-, тепло-, електроспоживання та споживання вугілля у розрахунку на опалення одиниці житла у регіонах та газоспоживання транспортним сектором регіонів.

Основні наукові результати досліджень в повній мірі відображені у загальних висновках роботи. Сформульовані в роботі висновки базуються на критичному аналізі отриманих результатів, є теоретично обґрунтованими та підтверджуються результатами проведених досліджень в основному тексті дисертації та у додатках.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів КПП ім. Ігоря Сікорського згідно плану:

1. Ініціативної тематики “Розроблення моделей та методів математичного забезпечення вирішення проблеми енергетичної безпеки регіонів України ” (державний реєстраційний номер: 0122U201095);
2. Ініціативної тематики “Експериментально-аналітичні засади розроблення технологій отримання альтернативних моторних палив для підвищення енергетичної безпеки держави у повоєнний період” (державний реєстраційний номер: 0123U101487);
3. Грантової підтримки за програмою академічної мобільності ERASMUS+ KA107 спільно з Університетом Лотарингії (Université de Lorraine), Франція, у період з 03.04.2023 по 02.09.2023 р.

під керівництвом професора кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів, доктора технічних наук, професора, Розена Віктора Петровича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання: провести аналіз та дослідити вимоги до індикаторів енергоефективності в Україні та світові індикатори; дослідити методи оцінювання складних багатофакторних електроенергетичних комплексів, розробити алгоритм інтервального оцінювання індикаторів енергоефективності регіонів України; розробити алгоритм розрахунку споживання на опалення об’єктів *житлового сектору* регіонів України; розробити алгоритм розрахунку споживання газу *транспортного сектору* регіонів України; виконати класифікацію об’єктів *житлового сектору* регіонів України з використанням дискримінантного аналізу та аналізу головних компонент; виконати класифікацію *транспортного сектору* регіонів України з використанням дискримінантного аналізу та аналізу

головних компонент; виконати порівняльний аналіз результатів класифікації *житлового та транспортного секторів* регіонів України; побудувати модель бенчмаркінгу енергоефективності регіонів України всередині кластерних груп; проаналізувати можливості застосування альтернативних технологій підвищення рівня енергоефективності в Україні та шляхів їх оптимізації; розробити алгоритм та модель моніторингу енергоефективності регіонів України – виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача **Докшиної С.Ю.** повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Енергетика та енергоефективність».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Докшиної Софії Юріївни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою, та характеризується послідовністю, обґрунтованістю, стиль мовлення є науковим із використанням загальноприйнятої термінології.

Дисертація складається з анотації, переліку умовних позначень, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та п'яти додатків. Загальний обсяг дисертації складає 231 сторінку.

У анотації наведено загальний зміст дисертації, ключові висновки, перелік літератури де відображені основні результати роботи та література, що підтверджує апробацію даного дослідження.

У першому розділі виконано аналізування стану проблеми підвищення рівня енергетичної безпеки України, в контексті чого розглянуті енергетичні стратегії, цілі сталого розвитку та оцінка їх виконання у період до масштабного вторгнення; виконаний SWOT-аналіз рівня енергоефективності в Україні, в рамках чого розглянуті технологічний, екологічний чинники, чинник ресурсного характеру, економічний та соціальний чинники, чинник непередбачуваного характеру, чинник стратегічного характеру, на основі чого

побудована діаграма Ісікави. Розглянуті енергетичні системи майбутнього та підкреслено необхідність посилення ресурснезалежності України.

У другому розділі розглянуті моделі та методи моніторингу енергоефективності регіонів: проведено аналізування термінології у сфері енергоефективності, досліджено світові тенденції оцінювання рівня енергоефективності. Запропоноване використання кластерного аналізу (ієрархічної кластеризації, методу k-середніх, кластеризації за щільністю (DBSCAN), афініативної кластеризації), лінійного дискримінантного аналізу та аналізу головних компонент для оцінювання рівня енергоефективності регіонів України. Побудована модель рейтингування (бенчмаркінгу) регіонів України. Запропонована методика розрахунку зі статистичних джерел газо-, тепло- електроспоживання та споживання вугілля у розрахунку на опалення одиниці житла у регіонах та газоспоживання транспортним сектором регіонів. Створена методика інтервального оцінювання.

У третьому розділі наведено результати інтервального оцінювання, результати моделей кластеризації регіонів України за критерієм кластерної стабільності та за характером опалення житлового сектору та транспортного сектору. На основі попередніх результатів, розроблені метод та алгоритм моніторингу регіонів України. Інтервальне оцінювання та кластеризація виконувались у середовищі Python.

Четвертий розділ присвячений посиленню Енергетичної стратегії України, шляхом оцінювання обсягів отримання альтернативного вітчизняного палива та оптимізації параметрів біогазової установки.

Висновки присвячені узагальненню результатів попередніх чотирьох розділів.

У додатках містяться неосновні результати дослідження та акт впровадження в освітній процес дисертаційного дослідження в дисципліну «Інтелектуальні системи прийняття рішень» освітньо-професійної програми підготовки магістрів за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у чотирнадцяти наукових публікаціях здобувача, серед яких:

- три статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України;

- одна стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus, Q3 відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank.

Додатково результати дисертації були апробовані:

- на семи наукових фахових конференціях,

- в одній публікації у колективній монографії,
- в одній публікації у виданні країни ОЕСР,
- в одному авторському свідотстві.

Наукові публікації здобувача містять опис наукових досліджень, проведених в рамках дисертаційного пошуку, аналіз сутності проблеми, методи і результати досліджень, а також обґрунтовані висновки. В наукових публікаціях здобувача не виявлено порушень принципів академічної доброчесності, висновки є оригінальними, на запозичені джерела надані відповідні посилання.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Дисертаційне дослідження має певні недоліки, котрі можливо врахувати у майбутньому:

1. Не визначений об'єм виборки даних в процесі кластеризації. При збільшенні об'єму виборки даних, повинна підвищитись адекватність прийняття рішень.
2. Під час розрахунку питомого споживання опалення необхідно було б врахувати тип опалювального житла, за наявності статистичних даних.
3. Доцільніше було б здійснити декомпозицію регіонів з оцінювання потенціалу отримання вітчизняного палива, а не по Україні в цілому, оскільки дане дослідження присвячене регіональній оцінці.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії **Докшиної Софії Юріївни** на тему «Моделі та методи моніторингу енергоефективності регіонів України» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі 14 Електрична інженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.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 Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач **Докшина Софія Юріївна** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Рецензент:

доцент кафедри електропостачання,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського»,
кандидат технічних наук,
доцент

В. Калінчик

Василь КАЛІНЧИК

М.П.

«9» лютого 2024 року

*Підпис В. Калінчика
засвідчує
Внешній секретар
КПІ ім. Ігоря Сікорського*



Валерія Холєвко