

Голові разової спеціалізованої вченої ради  
Національного технічного університету  
«Дніпровська політехніка»  
д.т.н., професору Віктору Ткачову

## **ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО РЕЦЕНЗЕНТА**

кандидата технічних наук, доцента **Трипутня Миколи Мусійовича**  
на дисертаційну роботу

**Воскобойника Євгена Костянтиновича**

за темою: «Автоматизація та комп'ютерно-інтегроване керування автономним електричним опаленням у багатокімнатних будівлях з урахуванням комплексних показників теплового комфорту», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

в галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Відгук підготовлено на підставі всебічного та ретельного ознайомлення з дисертаційною роботою здобувача, аналізу його наукових публікацій, а також документів, що підтверджують впровадження результатів дослідження у навчальний процес. Як офіційний рецензент, засвідчую, що представлені матеріали дають можливість об'єктивно оцінити наукову новизну, теоретичну та прикладну значущість отриманих результатів, а також рівень професійної підготовки здобувача.

### **1. Актуальність обраної теми досліджень.**

Дисертаційна робота Воскобойника Євгена Костянтиновича присвячена важливій проблемі підвищення енергоефективності систем теплопостачання в Україні. В умовах реалізації Енергетичної стратегії України та необхідності дотримання міжнародних стандартів (ISO 7730:2005 / ДСТУ Б EN ISO 7730:2011) дослідження є актуальним.

Запропонована система керування тепловим комфортом забезпечує раціональне використання енергоресурсів, враховує індивідуальні потреби користувачів та конструктивні особливості будівель. Наукова новизна полягає у розробці рішення для надійного керування електронагрівачами, реєстрації та аналізу параметрів мікроклімату у реальному часі, що дозволяє зменшити енергоспоживання без втрати якості теплового комфорту.

Дослідження має значну наукову та практичну цінність, відповідає сучасним вимогам енергоефективності та демонструє високий потенціал для впровадження у будівельному секторі України.

**2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність та наукова новизна.**

Наукові положення дисертаційної роботи характеризуються високим рівнем обґрунтованості та достовірності. Автор здійснив ґрунтовний аналіз

сучасного стану досліджуваної проблематики, застосував комплексний підхід до вирішення поставлених завдань та використав релевантні наукові методи й підходи. Отримані результати підтверджуються коректністю використаних моделей, логічною послідовністю викладення матеріалу та відповідністю міжнародним і національним стандартам.

**Достовірність результатів.** Наукові результати дисертаційної роботи Воскобойника Євгена Костянтиновича відзначаються достатнім ступенем достовірності, що забезпечується коректним використанням математичних методів моделювання та статистичного аналізу даних. Проведений обчислювальний експеримент для верифікації запропонованих алгоритмів підтверджує їх практичну цінність та ефективність. Порівняльний аналіз із існуючими рішеннями засвідчує наявність певних переваг розроблених підходів, що свідчить про їх наукову обґрунтованість та перспективність для практичного застосування.

**Наукова новизна.** У дисертаційній роботі Воскобойника Євгена Костянтиновича отримано низку результатів. Наукові положення ґрунтуються на ретельно розроблених математичних моделях та експериментальних дослідженнях, що підтверджує їх достовірність.

Вперше запропоновано підхід до автоматизованого керування автономним електричним опаленням на основі теплового комфорту з урахуванням індивідуальних потреб користувачів та змін зовнішніх умов. Розроблено модель взаємозв'язку між параметрами мікроклімату та рівнем енергоспоживання, що дозволяє формувати компромісні режими опалення відповідно до нормативних показників. Обґрунтовано доцільність застосування інтелектуальних алгоритмів керування температурним режимом в реальному часі, а також запропоновано методику оцінювання ефективності енергоспоживання з урахуванням поведінкових факторів користувачів.

Наукова новизна роботи полягає у комплексному поєднанні показників теплового комфорту, математичного опису взаємозв'язку між параметрами мікроклімату та енергоспоживанням, а також у розробці методики оцінювання ефективності з урахуванням поведінкових чинників. Це забезпечує новий рівень точності та гнучкості у керуванні системами автономного електричного опалення та відкриває перспективи їх практичного застосування у сучасних будівлях..

### **3. Оцінка змісту роботи та повнота викладення положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях**

Структура дисертації має чітко вибудовану та збалансовану структуру, що забезпечує послідовність викладення матеріалу. Складається зі вступу, чотирьох розділів і висновків, викладених на 153 сторінці машинописного тексту, ілюстрованого 51 рисунками. Робота містить 20 таблиць, список використаної літератури 64 найменування на 6 сторінках і 1 додатка.

Зміст дисертаційної роботи повністю відповідає заявленій темі дослідження, а виклад матеріалу здійснено послідовно із застосуванням коректної наукової термінології.

У вступі дисертації належним чином окреслено актуальність теми дослідження, сформульовано мету, об'єкт, предмет та основні завдання,

обґрунтовано застосовані методи, викладено наукову новизну й практичну значимість отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача, а також наведено відомості щодо структури роботи, публікацій та апробації результатів.

У першому розділі здійснено ґрунтовний інформаційний аналіз сучасного стану науково-прикладних досліджень та інженерно-технічних рішень у сфері автоматизованого керування теплотехнічними об'єктами. Автор чітко визначив мету, об'єкт і предмет дослідження, окреслив пріоритетні напрями та завдання, що дозволило систематизувати наявні наукові напрацювання, виявити їхні переваги та недоліки й сформулювати концептуальну основу для розробки нових рішень, які відповідають сучасним вимогам енергоефективності та цифровізації.

Другий розділ присвячено розробці моделі системи опалення багатокімнатного приміщення, орієнтованої на забезпечення теплового комфорту людини. Автором визначено структуру та математичні моделі основних компонентів системи, що створило основу для побудови гнучкої та енергоефективної автоматизованої системи опалення, здатної адаптуватися до змін зовнішніх умов. Важливим є використання індексу PMV як критерію підтримки оптимальних параметрів мікроклімату.

У третьому розділі проведено дослідження потенціалу зниження енерговитрат шляхом адаптивного керування системою опалення на основі індексу теплового комфорту PMV. Автор переконливо довів переваги комплексної оцінки мікроклімату над традиційним підходом, що базується лише на підтримці температури, та показав ефективність запропонованого рішення у забезпеченні індивідуального комфорту користувачів.

Четвертий розділ містить результати експериментальної апробації розробленої системи керування. Автор представив реалізацію апаратно-програмного комплексу. Проведені випробування підтвердили відповідність системи технічним вимогам, стабільність роботи та високу точність вимірювань, а також довели можливість інтеграції у сучасні промислові та побутові комплекси опалення.

Отримані результати переконливо свідчать про ефективність запропонованого підходу у зниженні енерговитрат та забезпеченні високого рівня теплового комфорту. Це підтверджує як наукову новизну, так і практичну значимість проведених досліджень, що відповідають сучасним вимогам енергоефективності та розвитку інтелектуальних систем керування.

Висновки дисертаційної роботи чітко й аргументовано відображають отримані автором результати, демонструючи їх узгодженість із поставленими завданнями та підтверджуючи належний рівень наукової обґрунтованості. Вони підкреслюють як теоретичну значущість проведених досліджень, так і їх практичну цінність для розвитку сучасних систем енергоефективного теплопостачання.

За результатами дисертаційної роботи здобувачем опубліковано 8 наукових праць, у яких висвітлено основні положення та результати дослідження. Із них 7 статей надруковано у наукових виданнях, включених до переліку фахових видань України, 1 стаття опублікована у журналі, що індексується у міжнародній

наукометричній базі даних Scopus. Крім того, 4 наукові праці представлено у збірниках наукових праць та матеріалах міжнародних наукових конференцій.

Вважаю, що результати дисертаційного дослідження пройшли належну експертизу та апробацію, а також отримали достатнє висвітлення у наукових публікаціях. Це підтверджує їх наукову обґрунтованість, достовірність і практичну значимість, а також свідчить про відповідність сучасним вимогам до дисертаційних робіт.

#### **4. Значення роботи для науки, практики та суспільства.**

Дисертаційна робота Воскобойника Євгена Костянтиновича виконана на кафедрі кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» і має комплексне значення для розвитку науки, практики та суспільства.

З наукової точки зору, дослідження розширює сучасні уявлення про інтелектуальні системи керування тепловим комфортом у будівлях, пропонує нові моделі та методики, що враховують як технічні параметри інженерних систем, так і поведінкові чинники користувачів. Це забезпечує новий рівень точності та гнучкості у моделюванні та управлінні системами автономного електричного опалення, що є вагомим внеском у розвиток галузі енергетики та автоматизації.

Практичне значення роботи полягає у можливості широкого застосування запропонованих рішень у житловому, адміністративному та промисловому секторі. Розроблений підхід до автоматизованого керування опаленням на основі комплексного параметра теплового комфорту може бути інтегрований у системи енергоменеджменту будівель та платформи «розумного дому», сприяючи зниженню енергоспоживання без втрати якості мікроклімату. Експериментальні дані підтверджують доцільність практичного впровадження, що відкриває перспективи використання результатів дослідження органами місцевого самоврядування та підприємствами для оптимізації витрат на комунальні послуги.

Суспільне значення роботи проявляється у її внеску у забезпечення енергетичної безпеки держави та сталого розвитку. Впровадження запропонованих рішень сприятиме підвищенню рівня комфорту населення, зменшенню навантаження на енергетичні ресурси та формуванню сучасної культури енергозбереження. Важливим є й освітній аспект: результати дослідження інтегровані у навчальний процес університету та використовуються при підготовці бакалаврів і магістрів за спеціальністю «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», що забезпечує підготовку висококваліфікованих фахівців для галузі.

Таким чином, дисертаційна робота має значний вплив на розвиток науки, практики та суспільства, підтверджуючи свою актуальність і цінність для вирішення сучасних завдань енергоефективності та цифровізації інженерних систем.

#### **5. Мова та стиль викладання результатів.**

Дисертаційна робота Воскобойника Є.К. написана науково правильною українською мовою на високому технічному рівні з використанням сучасної

термінології. Стиль викладення матеріалів досліджень є лаконічним, структурованим і логічним

#### **6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.**

У процесі аналізу дисертаційної роботи, використаних джерел та системи посилань не виявлено ознак порушення академічної доброчесності. Представлені результати мають оригінальний характер і відзначаються належним рівнем новизни, що підтверджується відповідними науковими публікаціями здобувача.

#### **7. Зауваження та дискусійні положення.**

1. Не достатньо обґрунтованим є вибір двопозиційного регулятора. Наприклад, відомо, що трипозиційний регулятор в порівнянні з двопозиційним, має вищу точність регулювання, менше зношування обладнання, кращу енергоефективність, вищу стабільність для інерційних об'єктів.
2. У розділі 1 (с. 31–32) формули (3)–(7) наведено без належного обґрунтування та посилань на першоджерела.
3. У розділі 1 (с. 32, абз. 2) здобувач стверджує про високу інерційність динаміки вологості в приміщенні, однак не підкріплює це твердження числовими значеннями відповідних постійних часу.
4. У формулах (11) (розд.1 с. 35), (16) (розд.1, с. 38) літера *s* має бути не індексом, а множником.
5. Пояснення здобувача, що *«У якості об'єкта дослідження розглядається типова кімната, геометричні параметри якої наведено на рис. 2.2»* (розд. 2, с. 62, абз. 2) є неточним. На рис. 2.2 замість типової кімнати і її геометричних параметрів показані вхідні і вихідні величини.
6. Назва пункту 3.1.3 *«Дослідження регулюючої можливості зниження енерговитрат»* некоректна і нечітка.

Зазначені зауваження не впливають на загальний високий науковий рівень дисертаційної роботи та жодним чином не знижують її науково-практичну цінність. Навпаки, вони мають уточнювальний характер і спрямовані на подальше вдосконалення дослідження, що підтверджує його відповідність сучасним вимогам до дисертаційних робіт.

#### **8. Загальний висновок щодо дисертаційної роботи.**

На підставі проведеного аналізу дисертаційної роботи та наукових публікацій здобувача Воскобойника Євгена Костянтиновича, з урахуванням актуальності теми, наукової новизни, практичної значущості, а також обґрунтованості й достовірності отриманих результатів та сформульованих висновків, вважаю, що дисертація на тему *«Автоматизація та комп'ютерно-інтегроване керування автономним електричним опаленням у багатокімнатних будівлях з урахуванням комплексних показників теплового комфорту»* є завершеним і самостійним дослідженням, спрямованим на вирішення важливої науково-прикладної задачі у розробці підходів до керування процесами опалення, що забезпечують оптимальний компроміс між потребами користувачів у тепловому комфорті та необхідністю зниження витрат енергетичних ресурсів.

Вважаю, що дисертація Воскобойника Євгена Костянтиновича відповідає вимогам «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 (зі змінами № 507 від 03.05.2024 р.) та вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Узагальнюючи результати аналізу, зазначаю, що Воскобойник Євген Костянтинович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії (Ph.D.) за спеціальністю 151 – автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Офіційний рецензент –  
кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри кіберфізичних  
та інформаційно-вимірювальних систем  
Національного технічного  
університету «Дніпровська політехніка»

**Микола Трипутень**