

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента**  
**завідувача кафедри електропостачання**  
**Національного технічного університету України**  
**«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»**  
**кандидата технічних наук, доцента**  
**Бориченко Олени Володимирівни**

**на дисертаційну роботу Замкової Ольги Андріївни на тему «Підвищення енергетичної ефективності режимів систем електропостачання житлових будинків», представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

**Актуальність теми**

Сучасний розвиток систем електропостачання житлових будинків характеризується стрімким зростанням рівня електрифікації будівель, широким впровадженням теплових насосів, дахових фотоелектричних станцій, систем накопичення електричної енергії та автоматизованих систем керування інженерними мережами. Використання зазначених технологій суттєво змінює режими електроспоживання, структуру добових графіків навантаження та вимоги до вибору параметрів систем електропостачання.

Існуючі методики визначення розрахункових електричних навантажень багатоквартирних житлових будинків базуються на нормативних питомих показниках електроспоживання та не враховують показники енергетичної ефективності будівель, тип джерел енергозабезпечення та наявність систем управління енергоспоживанням. Унаслідок цього розрахункова потужність систем електропостачання нерідко є суттєво завищеною, що призводить до нераціонального вибору параметрів електрообладнання, збільшення капітальних витрат і зниження економічної ефективності реалізації проєктів модернізації житлового фонду.

Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах переходу України до низьковуглецевої енергетики, розвитку розподіленої генерації та збільшення частки електричної енергії у забезпеченні потреб опалення будівель. За цих умов виникає необхідність розроблення нових підходів до визначення раціональної потужності систем електроопалення та формування режимів роботи систем електропостачання, які враховують взаємний вплив енергоефективності будівлі, характеристик інженерних систем, кліматичних умов і алгоритмів керування електричним навантаженням.

Таким чином, підвищення енергетичної ефективності режимів систем електропостачання багатоквартирних житлових будинків шляхом удосконалення методів визначення раціональної потужності систем електроопалення та керування електричними навантаженнями є актуальним науковим завданням, що має важливе теоретичне і практичне значення для розвитку сучасних систем електропостачання житлового сектору.

#### **Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційного дослідження**

Наукові положення, висновки та практичні рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі Замкової Ольги Андріївни, характеризуються належним рівнем обґрунтованості, внутрішньою логічною узгодженістю та відповідають поставленій меті й завданням дослідження. Здобувачем застосовано комплексний підхід до вирішення наукової задачі, який базується на поєднанні методів математичного моделювання, аналізу режимів електроспоживання, теплотехнічних розрахунків, нормативного аналізу та оцінювання енергетичної ефективності сучасних систем електропостачання житлових будівель.

Обґрунтованість запропонованих положень підтверджується всебічним аналізом сучасних наукових праць, чинної нормативно-правової бази, державних будівельних норм та міжнародного досвіду впровадження вискооефективних систем енергозабезпечення. Всі теоретичні положення послідовно підтверджені результатами розрахунків, моделювання та їх інженерною інтерпретацією, а сформульовані висновки є логічним наслідком проведених досліджень.

Практичні рекомендації щодо визначення раціональної потужності систем електроопалення, вибору параметрів систем електропостачання та впровадження

теплонасосного обладнання є достатньо аргументованими та можуть бути використані під час проєктування нових і модернізації існуючих житлових будівель.

### **Достовірність результатів досліджень**

Достовірність результатів забезпечується використанням апробованих методів досліджень, коректним застосуванням математичного апарату, використанням чинних нормативних документів та репрезентативних вихідних даних щодо теплофізичних характеристик житлових будівель, кліматичних параметрів регіонів України, характеристик сучасного електротехнічного обладнання та режимів електроспоживання, а також перевіркою результатів на практиці при впровадженні систем електроопалення житлових будинків в м.Дніпро.

Під час дослідження розглянуто широкий спектр варіантів функціонування систем електропостачання для типових 5-ти та 9-поверхових житлових будівель різних класів енергетичної ефективності, температурних зон, рівнів автоматизації інженерних систем та конфігурацій систем електроопалення. Такий підхід дозволив мінімізувати вплив випадкових факторів і забезпечити репрезентативність отриманих результатів.

Важливою перевагою роботи є комплексний характер дослідження, у якому технічні рішення оцінюються не лише з позицій енергетичної ефективності, а й з урахуванням режимів роботи систем електропостачання, техніко-економічних показників та перспектив практичного впровадження.

**Основні результати отримані Замковою О.А. в дисертаційній роботі, які мають суттєву наукову новизну.**

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у вирішенні актуальної наукової задачі підвищення енергетичної ефективності режимів систем електропостачання житлових будівель шляхом удосконалення методичних підходів до визначення параметрів систем електроопалення та керування електричними навантаженнями.

До найбільш вагомих результатів дослідження належать:

- встановлення залежності раціональної потужності систем електроопалення від класу енергетичної ефективності будівлі, рівня автоматизації систем управління енергоспоживанням, характеристик систем кліматизації та фактичних умов експлуатації;
- удосконалення методичного підходу до визначення розрахункових електричних навантажень багатоквартирних житлових будинків при переході на теплонасосне опалення, що забезпечує раціональний вибір параметрів системи енергозабезпечення будівлі;
- отримання закономірностей формування добових графіків електроспоживання при використанні інверсного закону керування системою електроопалення, який забезпечує вирівнювання сумарного електричного навантаження будівлі та зниження пікових значень потужності;
- розвиток підходів до комплексного оцінювання енергоефективності житлових будівель із урахуванням інтеграції теплових насосів, фотоелектричних систем та автоматизованих систем керування;
- визначення раціональних параметрів сучасних систем електропостачання багатоквартирних житлових будинків залежно від рівня модернізації їх інженерних систем.

Отримані результати мають як теоретичне, так і прикладне значення та створюють наукове підґрунтя для подальшого розвитку методів проєктування енергоефективних систем електропостачання житлових будівель.

### **Оцінка змісту дисертації.**

Перший розділ присвячено аналізу сучасного стану проблеми підвищення енергетичної ефективності житлових будівель. У розділі систематизовано основні напрями розвитку сучасних систем тепlopостачання та електропостачання, проаналізовано нормативну базу, сучасні технології електроопалення, теплові насоси, фотоелектричні системи та автоматизацію інженерних мереж. Проведений аналіз дозволив чітко визначити існуючі наукові проблеми та сформулювати завдання дослідження.

У другому розділі запропоновано методичні підходи до визначення раціональної потужності систем електроопалення та оцінювання електричних навантажень житлових будівель. Особливу увагу приділено впливу класів енергетичної ефективності, географічного розташування та кліматичних особливостей, наявності вискоефективних джерел кліматизації та систем автоматизованого управління на формування режиму роботи системи електропостачання будівлі. Результати цього розділу становлять основу подальших досліджень і характеризуються високим рівнем практичної спрямованості.

Третій розділ містить результати математичного моделювання режимів роботи систем електропостачання житлових будівель. Здобувачем досліджено особливості формування електричних навантажень при різних сценаріях експлуатації, визначено вплив алгоритмів керування електроопаленням на добові графіки навантаження, а також обґрунтовано ефективність інтеграції теплових насосів до діючих систем енергозабезпечення будівель при переході на низькотемпературні режими роботи систем опалення.

У четвертому розділі виконано комплексне оцінювання технічної, енергетичної, економічної та екологічної ефективності запропонованих рішень. Наведено результати аналізу економії електричної енергії, скорочення експлуатаційних витрат, зменшення викидів парникових газів та визначено перспективи практичного використання розроблених методичних підходів під час модернізації житлового фонду України.

Зміст усіх розділів є взаємопов'язаним, характеризується логічною послідовністю викладення матеріалу та повністю відповідає темі дисертаційної роботи.

#### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Основні результати дисертаційної роботи Замкової О.А. опубліковано в 14 наукових публікацій, з яких 5 статей у наукових фахових виданнях України та 9 міжнародних конференцій.

Опубліковані наукові праці повною мірою відображають зміст дисертаційної роботи, її наукову новизну, теоретичне та практичне значення. Аналіз публікацій свідчить про достатній рівень апробації отриманих

результатів та їх відповідність основним положенням, що наведені у дисертації. Обсяг і зміст наукових публікацій відповідають вимогам, встановленим для дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а результати дослідження отримали належне наукове висвітлення.

#### **Академічна доброчесність.**

Порушень академічної доброчесності в дисертаційній роботі та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації – не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків здобувача. Використання ідей, результатів та текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

#### **Дискусійні питання та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. У роботі запропоновано методику визначення раціональної потужності систем електроопалення для типових багатоквартирних житлових будинків. Разом із тим доцільно було б більш детально висвітлити можливості її адаптації для будівель зі змішаними системами теплопостачання або суттєво відмінними геометричними характеристиками.

2. Під час оцінювання ефективності теплонасосних систем основну увагу приділено технічним аспектам їх використання. Водночас додатковий аналіз впливу сезонної зміни коефіцієнта перетворення теплових насосів на режими роботи систем електропостачання дозволив би ще повніше оцінити ефективність запропонованих рішень.

3. Під час дослідження інтеграції фотоелектричних станцій і систем накопичення електричної енергії перспективним було б розглянути сценарії функціонування будівлі в умовах аварійних відключень електропостачання та роботи в ізолюваному режимі.

4. Робота містить значний обсяг числових результатів для різних сценаріїв моделювання. Узагальнення окремих результатів у вигляді інтегральних показників або графічних залежностей сприяло б спрощенню їх порівняльного аналізу.

Зазначені зауваження не є принциповими, не нівелюють основні наукові результати роботи та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Замкової О.А.

**Висновок про дисертаційну роботу.**

Отримані в дисертації результати характеризуються науковою новизною, достатнім рівнем теоретичного обґрунтування, практичною значущістю та достовірністю. Запропоновані методичні підходи та рекомендації можуть бути використані під час проєктування, реконструкції та модернізації систем електропостачання житлових будівель, при розробленні та вдосконаленні нормативно-технічної документації, а також при підготовці фахівців у галузі електроенергетики.

Основні положення дисертаційної роботи пройшли належну апробацію, достатньою мірою висвітлені у наукових публікаціях здобувача та відповідають змісту дисертаційного дослідження. Висловлені у відгуку зауваження мають дискусійний характер, не впливають на загальну позитивну оцінку роботи та не знижують її наукової і практичної цінності.

Дана дисертаційна робота 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 КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Здобувач Замкова Ольга Андріївна заслуговує присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія.

Офіційний опонент:

*завідувач кафедри електропостачання*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут*

*ім. Ігоря Сікорського», к.т.н., доцент*

*Олена БОРИЧЕНКО*