

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію Кобеляцького Даниїла Віталійовича
на тему: «ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ
СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРИЙМАЧАМИ З РІВНЕМ НАПРУГИ
ЖИВЛЕННЯ ДО 1000 В ЗАЛІЗОРУДНИХ ШАХТ»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань
14 – «Електрична інженерія»,
спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

1. Актуальність теми дисертаційного дослідження.

Автор дисертаційного дослідження проаналізував надзвичайно важливу проблемну сферу споживання електроенергії підприємствами гірничодобувного комплексу України.

У роботі особливо наголошується, що проблема електропостачання енергоємних підприємств у нинішніх умовах переважно стосується підприємств з видобутку та переробки залізної руди для металургійного виробництва. Проблема високої енергоємності цих підприємств зумовлює значні економічні труднощі у функціонуванні подібних видів виробництв. Автор акцентує увагу на найважливішій проблемі, яка потребує оперативного вирішення, — впровадженні нових технічних підходів та енергоефективного управління існуючими режимами функціонування гірничорудних підприємств, зокрема тих, що використовують підземні методи видобутку корисних копалин.

Зазначено, що в рамках розглянутої проблеми особливої уваги потребують споживачі з напругою до 1000 В. На частку цих споживачів припадає понад 20 % загального обсягу споживання підземних залізорудних підприємств. Вони характеризуються значною стохастичністю споживання електроенергії та практично повною відсутністю можливості регулювання режимів їхньої роботи.

На основі результатів аналізу проблеми автор обґрунтував актуальність теми дисертаційного дослідження. Існує суттєвий дисбаланс між електроенергетичною та гірничо-металургійною стратегічними галузями промисловості, який полягає у зниженні виробництва електроенергії та, як наслідок, — у зниженні видобутку залізної руди. При цьому практично не вирішується проблема управління споживанням електроенергії групою споживачів на рівні напруги до 1000 В. На частку цих споживачів припадає до 30 % обсягу електроенергії, що споживається підземними споживачами залізорудних шахт.

Зроблено висновок про те, що необхідно розробити та впровадити нові підходи до управління режимами споживання електроенергії споживачами шахт загалом і, зокрема, споживачами підземних підстанцій. Для досягнення цієї мети передбачається отримання нових системоутворюючих рішень у сфері дослідження електроенергетики як процесу та споживачів електроенергії напругою до 1000 В.

Отже, обрана тема дисертації є актуальною.

2. Ступінь обґрунтованості наукових результатів, висновків і рекомендацій сформульованих у дисертації, їх наукова новизна.

Дисертаційне дослідження відрізняється системним підходом до аналізу проблемної області та задач, які сформульовані здобувачем. Аналіз дисертаційної роботи підтверджує, що наукові результати, висновки та рекомендації, які отримані здобувачем, повною мірою обґрунтовані. В роботі проведено детальний критичний аналіз вітчизняних і іноземних наукових джерел. Автором послідовно і логічно викладені основні результати дослідження, їх узагальнення та висновки, систематично розглянути всі визначені проблеми, що повною мірою підтверджує обґрунтованість наукових положень дисертаційного дослідження. Отже, можна констатувати, що наукові результати, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, повною мірою обґрунтовані.

Достовірність результатів дисертаційної роботи забезпечується:

- практичними результатами низки кількісних оптимізаційних експериментальних та розрахункових досліджень щодо рівнів електроспоживання залізорудної шахти, виконаних автором;
- адекватними експериментальними результатами оптимізації графіку електричних навантажень трансформаторних підстанцій гірничо-металургійних підприємств;
- публікацією наукових друкованих праць в провідних фахових виданнях України і за кордоном;
- апробацією отриманих нових наукових результатів на 9 міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях;
- передачею результатів досліджень для практичного впровадження підприємству ТОВ «Ракурс» (м. Кривий Ріг) для модернізації систем електропостачання гірничорудних та металургійних підприємств України;
- впровадженням отриманих результатів в навчальний процес кафедри електричної інженерії Криворізького національного університету для підготовки здобувачів спеціальності G3 – Електрична інженерія за бакалаврським і магістерським рівнями вищої освіти.

Новизна отриманих наукових результатів дисертаційної роботи Кобеляцького Д. В. полягає в наступних положеннях:

- розроблено нову концепцію узагальнення заходів щодо підвищення рівня електроенергоефективності комплексів: електропостачання – електроспоживання підприємств із підземними способами видобутку залізної руди; сформована нова схема алгоритму керування процесом функціонування комплексу: електропостачання – електроспоживання;
- обґрунтовано новий формат підвищення електроенергоефективності підземних залізорудних шахт шляхом керування режимами роботи сегмента споживачів з напругою живлення до 1000 В дільничних підземних підстанцій гірничих підприємств;
- вперше виділено взаємозв'язки між процесами електропостачання та електроспоживання в умовах підземного гірничорудного виробництва для

споживачів з напругою живлення до 1000 В. Запропоновано виділяти стохастичну кількісну складову для керування процесами електропостачання;

– розроблено нову математичну модель на базі кусково-постійної функції залежності ціни електричної енергії від рівнів електроспоживання за часом доби на основі реальних умов функціонування залізрудних підприємств;

– уперше розроблено евристичну систему автоматизованого керування споживанням електричної енергії підземними приймачами залізрудних шахт з напругою живлення до 1000 В на основі генетичного алгоритму, що дозволяє зменшити собівартість видобутої залізної руди.

3. Оцінка структури і змісту дисертації, її завершеності в цілому

Структура дисертації є загальноприйнятною. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 216 сторінок, з яких основний зміст викладений на 173 сторінках друкованого тексту, містить 76 рисунків, 28 таблиць. Список використаних джерел складається зі 177 найменувань. Додатки викладені на 81 сторінці друкованого тексту та містять додаткові матеріали, що доповнюють основну частину дисертаційної роботи та відомості про апробацію результатів дисертації.

Дисертація є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає встановленим вимогам МОН України.

У «Вступі» наведено аналіз наукової проблеми для підприємств з підземними способами видобутку залізної руди. Обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформовано мету, завдання, визначено наукову новизну, наукову та практичну цінність роботи, практичне значення отриманих результатів, описано методи, які були використані у дослідженнях, та особистий внесок здобувача.

У першому розділі проведено детальний аналіз реальних можливостей досягнення оптимальних рівнів електроенергоефективності в умовах існуючих технологій ведення гірничих робіт, сформульовані підходи щодо вирішення проблеми роботи. Показано, що необхідні нові рішення і сфері керування режимами функціонування споживачів з напругою живлення 0,4 кВ як частини централізованої структури керування електроенергетикою підприємства.

У другому розділі наведені дослідження підходів з підвищення електроенергоефективності вітчизняних підземних залізрудних підприємств. Визначені фактори, які впливають на процес споживання електроенергії, підкреслена їх відмінність від підприємств з видобутку інших видів корисних копалин. Зазначено, що необхідний новий формат підходу до вирішення проблеми електроенергоефективності підприємств з видобутку залізної руди підземним способом.

Третій розділ присвячено розробці і дослідженню математичної моделі електроенергетичних стохастичних процесів в комплексах електропостачання мереж напругою 0,4 кВ. Сформована цільова функція для врахування коливання рівнів електроспоживання приймачами в годинах доби. При цьому,

залежність ціни електроенергії задається як кускова – постійна функція. Виявлено резерв оптимізації рівнів електроспоживання в часі. Результат оптимізації витрат для характерного прикладу складає 27,4 %.

У четвертому розділі приведений результат розбудови системи автоматизованого керування споживанням електричної енергії електроприймачами з напругою живлення до 1000 В гірничорудних підприємств з підземними способами видобутку залізної руди. Задача керування споживанням електричної енергії розв’язана з використанням генетичного алгоритму. Проаналізовано вплив методу схрещування фенотипів на якість оптимізації процесу енергоспоживання.

Висновки за результатами дисертаційного дослідження підкреслюють наукову новизну, наукову значущість та практичну цінність проведених досліджень.

Список використаних джерел свідчить про те, що під час роботи було проаналізовано сучасні результати вітчизняних та закордонних наукових досліджень.

4. Практичне значення наукових результатів.

Практичне значення наукових результатів дисертаційного дослідження полягає у тому, що запропоноване рішення важливого наукового завдання – енергоефективного керування процесом споживання електроенергії приймачами з напругою живлення до 1000 В систем електропостачання залізничних шахт з урахуванням умов технологічної невизначеності в часі режимів їх роботи.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи обумовлене тим, що здобувачем розроблено математичну методику з оцінювання резерву для оптимізації рівнів електроспоживання електроенергетичного комплексу гірничорудних підприємств, отримані оптимізовані значення витрат щодо рівнів електроспоживання однієї залізничної шахти протягом доби, які зменшено на 27,4 %, розроблено архітектуру системи керування споживанням електричної енергії електроприймачами напругою до 1000 В на базі еволюційного алгоритму.

Фактичні результати роботи в форматі практичних рекомендацій передано ТОВ «Ракурс» (м. Кривий Ріг) для подальшого використання при розробці проєктів модернізації систем електропостачання гірничорудних та металургійних підприємств України.

Результати дисертаційного дослідження використовують у Криворізькому національному університеті на кафедрі електричної інженерії при підготовці здобувачів спеціальності G3 – Електрична інженерія за першим та другим освітніми рівнями вищої освіти.

5. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

У дисертації Кобеляцького Даниїла Віталійовича відсутні порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів містять посилання на відповідні джерела.

6. Зауваження та побажання щодо сутності викладеного матеріалу, оформлення та обсягу дисертації

1. Стор. 6, 8, 35, 36, 38 та ін. У тексті вищеназваних сторінок трапляються неузгоджені речення. Стор. 4, 27, 49, 70. Що таке «еквіполентування» вхідних параметрів?
2. Стор. 41. Написано: «...виходячи з візуального аналізу рис. 1.3 – 1.5, підтверджується факт стохастичності режимів споживання». Бажано було б статистично це підтвердити.
3. У розділі 2 (п.п. 2.1, 2.2) виділяється великий обсяг дисертації для аналізу та постановки завдань. Бажано було б основний аналіз та постановку завдань сконцентрувати у розділі 1.
4. П. 2.1. Недостатньо показана аналітика розбудови саме перспективних систем електропостачання вітчизняних залізородних шахт.
5. Трапляються заголовки пунктів з неочевидним сенсом. Наприклад: «2.3 Засадничі імперативи моніторингу процесу: електропостачання – електроспоживання – обсяги видобутку залізної руди як системи».
6. П. 4.2. Для регулювання графіка електроспоживання пропонується деякий графік включення та відключення споживачів напругою до 1000В. Потребує пояснення – як таке регулювання поєднується з технологічним процесом видобутку руди?
7. У висновках до розділу 4 зазначено: «5. Виконаний етап дослідження показав і підтвердив той факт, що створена система керування процесом підключення підземних приймачів...». У роботі не вказано структурну (або функціональну) схему системи керування, яка була створена. Рисунок 4.1 недостатньо ілюструє розроблену систему керування.
8. Значний обсяг роботи присвячений оцінці викидів часових рядів напруг. Якщо викидів мало, то ними можна знехтувати. А якщо викидів багато, то, ймовірно, їх необхідно враховувати в наборах основних (загальних) даних часових рядів не як викиди. Ця обставина потребує пояснення.
9. В науковій новизні (стор. 28) викладено «досліджено та проаналізовано показники енергоефективності, вперше виділено взаємопов'язані ланцюги між процесами електропостачання та електроспоживання в умовах підземного гірничорудного виробництва. На відміну від існуючих наукових підходів запропоновано виділяти інформаційну стохастичну кількісну складову, що є підґрунтям формування емерджентних властивостей комплексу енергоефективності задля отримання відповідних рекомендацій щодо ефективного керування прийняттям відповідних рекомендацій щодо керування процесами функціонування електропостачання». Стохастичний або не стохастичний характер процесів електроспоживання, як факт, вивчається на протязі багатьох років. Потребує обґрунтування таке положення новизни.
10. Стор. 195. У загальних висновках деякі речення дуже важкі для сприйняття та інтерпретації їх сенсу.

11.Стор. 78. Потребує пояснення наступне твердження: «Підводячи підсумки щодо електроприймачів, котрі отримують живлення напругою до 1000 В від трансформаторів ДПП (табл. 2.3, 2.4) логічним виглядає висновок, що режими роботи машин та механізмів, котрі аналізуються, повністю залежить від обсягів видобутку ЗР, обсягів ведення підготовчих (нарізних) робіт та носить безперервний в годинах доби характер в відповідних блоках підземних горизонтів залізорудних шахт». Проте, на стор. 3 вказано: «Між тим, як доведено, в результаті відповідних наукових пошуків, саме ці споживачі, котрі споживають більше 20% від загально споживчого обсягу підземних залізорудних підприємств (рудників, шахт), володіють значною стохастичністю споживання ЕЕ і повною відсутністю керованості режимами їх роботи...». Також, на стор. 86 написано: «Проведені автором дослідження дають підстави стверджувати про відсутність певних закономірностей в комплексі енергопостачання – виробництво. Для кожного окремого підприємства, а саме конкретної шахти в наявності стохастичність кожної складової системи».

Дискусійні питання та побажання не є принциповими і жодним чином не зменшують позитивної оцінки роботи, її наукової цінності, актуальності та практичного значення.

7. Висновок щодо відповідності дисертації встановленим нормам.

Вважаю, що дисертація Кобеляцького Даниїла Віталійовича «Енергоефективне керування процесом споживання електроенергії приймачами з рівнем напруги живлення до 1000 В залізорудних шахт» є завершеною науковою працею, яка містить низку нових, актуальних та достовірних результатів, що свідчать про її складність, систематичність та важливе значення для сфери електричної інженерії. Дисертація повністю відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. “Про затвердження Вимог до оформлення дисертації” (з наступними змінами) та “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 №44 від 12 січня 2022, а її автор Кобеляцький Д. В. заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Рецензент

доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри моделювання і
програмного забезпечення

Криворізького національного університету,
м. Кривий Ріг



Ігор КОТОВ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ
ВІДДІЛ
КАДРІВ

Підпис І. Котов

ЗАСВІДЧУЮ:

Відділ кадрів
Криворізького національного
університету

Н. Зайцев

10.08 2026 р.