

ВІДГУК

офіційного опонента – доктора технічних наук,
професора **Денисюка Сергія Петровича**

на дисертацію **Шерстньова Юрія Володимировича** на тему:

«Адаптивно-енергоефективне керування компенсаторами реактивної
потужності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів»,
поданої на захист до разової спеціалізованої вченої ради у Криворізькому
національному університеті на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 14 – «Електрична інженерія» спеціальності
141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Аналіз поданих матеріалів дисертації, анотації та супутніх наукових публікацій свідчить про те, що автор здійснив глибоке та ґрунтовне дослідження обраної проблематики. У роботі чітко розкрито наукову новизну, логічно сформульовано ключові положення, узагальнення та висновки, які виносяться на захист. Усе це дає змогу констатувати, що здобувач успішно досягнув поставлених цілей, а саме: дослідження виконано на високому теоретико-методологічному рівні. За всіма визначальними критеріями подана робота повністю відповідає чинним академічним вимогам, що висуваються до дисертацій за цією науковою спеціальністю.

Ступінь актуальності обраної теми дослідження. Виконана Шерстньовим Юрієм Володимировичем дисертація на здобуття вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за обраною темою є вкрай нагальною у сучасних умовах функціонування систем електропостачання гірничо-збагачувальних підприємств та характеризується актуальністю, має теоретичне та практичне значення, про що дисертант переконливо вказує у вступній частині свого наукового дослідження.

Актуальність дисертаційного дослідження зумовлена специфікою гірничо-збагачувальних комбінатів як надзвичайно енергоємних підприємств, де

різкозмінні стохастичні навантаження потужних електроприводів спричиняють постійні коливання реактивної потужності, що погіршує якість електроенергії та збільшує собівартість продукції через додаткові втрати і штрафні санкції. Ця проблема набуває особливої критичності в умовах сучасного дефіциту потужностей та жорстких лімітів споживання в Об'єднаній енергосистемі України. З огляду на зазначене, розроблення інтелектуальних адаптивних систем керування компенсаторами реактивної потужності є вкрай актуальним і стратегічно важливим науково-прикладним завданням.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни Достовірність та обґрунтованість наукових результатів дисертації базується на ґрунтовному опрацюванні фахової літератури, коректній постановці мети й завдань, а також на застосуванні сучасних апробованих методик дослідження. Усі сформульовані автором висновки є об'єктивними, логічно випливають із основного змісту роботи і дають вичерпні відповіді на поставлені науково-практичні завдання.

Наукова новизна, отримана дисертантом під час виконання поставлених наукових задач полягає в наступному:

- набула подальшого розвитку концепція вибору потужностей компенсаційних пристроїв на основі інтеграції сучасних методів статистичного аналізу та прогнозування, яка враховує сезонні та стохастичні коливання енергоспоживання і диференціацію добових тарифів електроенергії, що дозволяє забезпечити високу точність визначення характерних патернів споживання з суттєвими змінами навантаження з метою оптимального розподілу потужностей компенсаційних пристроїв та сприяє зниженню експлуатаційних витрат;

- вдосконалено процес керування функціонуванням пристроїв компенсації реактивної потужності з адаптацією до змінного навантаження на основі методів нечіткої логіки для подальшого наближення до «нуль-перетікання» реактивної енергії на вводі підстанції та зниження втрат повної потужності;

- узагальнено принципи моніторингу та управління енергоспоживанням на підстанціях гірничозбагачувальних підприємств при розбудові оригінальної кіберфізичної системи, з синхронізацією роботи підсистем окремих регуляторів пристроїв компенсації реактивної потужності та застосуванням адаптивних алгоритмів, що підвищить енергоефективність роботи мережі.

Підтвердженням практичного значення отриманих Шерстньовим Ю.В. результатів є одержані в процесі наукового пошуку результати, які надано для впровадження відповідним організаціям та промисловим підприємствам (ПрАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» (м. Кривий Ріг); НВК «Криворіжелектромонтаж» та ТОВ «МОНТАЖУНІВЕРСАЛ»). Також результати дисертаційного дослідження використовуються на кафедрі електричної інженерії Криворізького національного університету при підготовці здобувачів за другим (магістерським) освітнім рівнем вищої освіти спеціальності G3 Електрична інженерія.

Основні положення та здобутки дисертації пройшли належну апробацію і повною мірою висвітлені в наукових працях автора. Загалом за темою дослідження опубліковано 6 статей у періодичних виданнях (зокрема, 4 з них — у фахових виданнях України категорії «Б»), 16 тез доповідей на всеукраїнських і міжнародних конференціях, а також отримано 3 патенти України на корисну модель. Окрім того, результати дослідження були впроваджені під час виконання господарської науково-дослідної роботи «Автоматичні установки для регулювання та підтримки коефіцієнта потужності навантаження мережі шляхом компенсації реактивної потужності» (державний реєстраційний номер 125U003256), у якій здобувач виконував обов'язки відповідального виконавця.

Враховуючи вищезазначене, можна стверджувати, що наукові та практичні результати, отримані Шерстньовим Ю.В., мають високий ступінь достовірності та наукової новизни.

Оцінка структури і змісту дисертаційної роботи Дисертаційна робота Шерстньова Ю.В. написана українською мовою, викладення матеріалу

визначається логічною послідовністю, стиль написання роботи є науковим із використанням сучасної загальноприйнятої вітчизняної та міжнародної термінології.

Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, списку використаних джерел і додатків. Додатки містять додаткові матеріали, що доповнюють і поглиблюють основну частину дисертаційної роботи. Загальний обсяг дисертації становить 272 сторінки, з яких основний зміст викладений на 121 сторінках друкованого тексту, містить 58 рисунків, 12 таблиць. Список використаних джерел складається із 115 найменувань.

У розділі 1 на основі аналізу статистичних показників енергоспоживання підприємства гірничо-збагачувального комплексу підтверджено тенденцію до зростання питомої ваги реактивної складової спожитої електроенергії та обґрунтовано актуальність розробки адаптивних рішень у розрізі існуючої динаміки тарифної політики. Шляхом критичного огляду фахової літератури встановлено обмеженість традиційних методів компенсації реактивної потужності в умовах високої динаміки навантажень. За результатами проведеного дослідження сформовано мету дисертаційної роботи та завдання наукового пошуку.

У розділі 2 проведена оцінка споживання електричної енергії споживачами головних знижувальних підстанцій (ГЗП) типового підприємства – ПрАТ «ПівнічГЗК» (м. Кривий Ріг) як стохастичного процесу. Ідентифіковано статистичні показники рівнів завантаженості асинхронних та синхронних двигунів. Наведена комплексна характеристика структурної побудови схем та режимів електроспоживання споживачів розподільчих підстанцій гірничо-збагачувального комплексу.

У розділі 3 запропонована нова методика вибору компенсаційних рівнів на основі розкладання статистичних даних за Гаусовим розподілом (визначаються характерні сезонні максимуми). Визначені основні особливості впровадження компенсуючих пристроїв для регулювання перетоків реактивної потужності (як компенсатора основної частини реактивного навантаження). Сформовано

критерій оптимізації у вигляді цільової функції. Розроблено алгоритм підпрограми функціонування пристрою регулювання струмів збудження синхронних машин (з контролем технологічних параметрів: температура охолоджуючого повітря, напруга, навантаження, струм статора, ротора, оптимальний струм обмотки збудження, тощо), забезпечуючи рівномірне завантаження по повній потужності у відносних одиницях.

У розділі 4 з метою створення енергоефективної адаптивної системи керування компенсаційними пристроями були застосовані принципи побудови кіберфізичних систем до підстанції гірничо-збагачувального підприємства. Розроблено алгоритм енергоефективного адаптивного контролю компенсаційними пристроями, що враховує сумісне використання синхронних двигунів та конденсаторних батарей. На базі нечіткої логіки розроблена система правил керування компенсаційними пристроями, що дозволяє оптимізувати швидкодію процесу компенсації реактивної потужності. Виконано модельні дослідження адаптивно-енергоефективної системи керування компенсаційними пристроями.

У загальних висновках наведено в стислому варіанті отримані результати досліджень та рекомендації щодо їх подальшого використання.

Дискусійні питання і зауваження. Віддаючи належне здобуткам дисертаційного дослідження Шерстньова Ю.В., разом з тим, не можна не звернути увагу на деякі дискусійні питання, що викликають відповідні зауваження.

1. Підписи до ілюстрацій містять лексичні та пунктуаційні неточності, наприклад, використання слова «Розподілення» замість нормативного «Розподіл» у назвах рисунків 2.5 та 2.6 на с. 68, Розділ 2, пункт 2.2.

2. Автору слід стандартизувати термінологію та уникати використання ненормативних технічних термінів, таких як «задатчика» (с. 97, Розділ 3, пункт 3.3), замінивши їх на прийняті в українській науковій мові відповідники (наприклад, «задавача»).

3. Обґрунтовуючи доцільність впровадження для компенсації реактивної потужності системи ступінчастих конденсаторних батарей, автор залишає поза увагою ризик виникнення небезпечних резонансних явищ, зумовлених наявністю нелінійних навантажень, які є типовими для сучасних гірничо-збагачувальних комбінатів.

4. Необхідно відзначити обмежений аналіз альтернативних рішень. Автор декларує вдосконалення існуючих підходів, однак не наведено системного порівняння із сучасними методами (наприклад, Model Predictive Control, AI-based Control, Neurocontrol тощо), що дещо знижує переконливість отриманих результатів.

5. В роботі не проведено глибокого кореляційного або регресійного аналізу даних, не наведено оцінок довірчих інтервалів, репрезентативності статистичних вибірок, похибок вимірювання та достовірності отриманих результатів.

6. Дисертація має значний обсяг і містить повтори між розділами, що ускладнює сприйняття роботи. Логіка переходу від аналізу до синтезу розробленої системи не завжди є чітко вибудованою.

7. Дисертантом не в повній мірі обґрунтовано, чому вдосконалена методика вибору потужності компенсаційних пристроїв за Гаусовим розподілом краще ніж існуючі варіанти.

8. В дисертаційній роботі чітко не розкрито питання впливу терміну служби синхронного двигуна на ефективність його застосування при компенсації реактивної потужності.

Всі наведені зауваження жодною мірою не знижують загальної позитивної оцінки представленого Шерстньовим Ю.В. дисертаційного дослідження. В дисертаційній роботі на високому науковому рівні розглянуто складні нормативно-правові проблеми, обумовлені темою дослідження, і висуваються оригінальні наукові гіпотези та пропозиції.

Відсутність порушення академічної доброчесності. Дисертація є самостійним науковим дослідженням, в якій відображені власні ідеї і напрацювання автора, що дозволило вирішити поставлені у роботі завдання. Робота містить теоретичні положення і висновки, сформульовані дисертантом особисто. Використані в дисертаційному дослідженні ідеї і положення науковців мають відповідне посилання і використані з метою підкріплення обґрунтування наукових результатів автора.

Загальний висновок. Дисертація Шерстньова Ю.В. на тему «Адаптивно-енергоефективне керування компенсаторами реактивної потужності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів», поданої на захист до разової спеціалізованої вченої ради у Криворізькому національному університеті на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 14 – «Електрична інженерія» є самостійною та завершеною науковою роботою, виконаною особисто дисертантом у вигляді кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису.

Дисертаційне дослідження містить науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати, характеризується єдністю змісту та свідчить про особистий внесок автора.

Дисертаційна робота «Адаптивно-енергоефективне керування компенсаторами реактивної потужності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів» за своєю актуальністю, ступенем новизни, постановкою та способом вирішення поставлених питань, теоретичним та практичним підґрунтям та обґрунтованістю одержаних результатів відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постановка Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44) та наказу МОН України «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (№40 від 12.01.2017 р., зі змінами від 12.07.2019 р.), а її автор, Шерстньов Юрій Володимирович,

заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 14 – «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач відділу автоматизації
електричних систем

Інституту електродинаміки

Національної академії наук України

Сергій ДЕНИСЮК
10.08.2026р.

