

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу **Гайденка Олесья Сергійовича**

на тему: «Комп'ютерно-орієнтовані засоби опрацювання первинних даних моніторингу та інтелектуалізації процесів електропостачання залізниці»,
представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
зі спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дисертації. Проблема різкого подорожчання енергоресурсів зачепила весь світ, зокрема вона актуальна і для України. Пошук шляхів її вирішення в США та Європі привів до створення програм розвитку електроенергетики як інтелектуальної системи, що вилилися в концепцію із загальноновизнаною назвою Smart Grid, технології та рішення якої поклали початок масовому впровадженню мікропроцесорних пристроїв у електроенергетиці.

Поряд із цим виникла необхідність у розвитку мереж електропостачання залізничного транспорту України обумовлена низкою факторів, таких як технологічний прогрес, зниження надійності обладнання, підвищення вимог енергоефективності та екологічної безпеки, що виражено в енергетичній стратегії АТ «Укрзалізниця», де мають місце забезпечення надійності, зниження ризиків і недопущення розвитку кризових явищ в енергозабезпеченні залізниці, значне зниження питомих витрат паливо-енергетичних ресурсів у всіх сферах діяльності, покращення структури управління електроенергетичним комплексом на основі сучасних інформаційних технологій, що з урахуванням особливостей та потреб вітчизняної системи електропостачання потребує комп'ютерно-орієнтованих методів обробки первинних даних, мінімізації плати за спожиту електроенергію, пошуку оптимальних архітектур комп'ютерних систем для роботи в умовах поставлених завдань.

Зміна вимог та покладених функцій змушує переглянути підходи та структуру побудови комп'ютерної системи інтелектуального керування

електропостачанням залізниці. Необхідність зміни комп'ютерної архітектури полягає в її оптимізації для поліпшення ефективності експлуатації комп'ютерно-інформаційних пристроїв у сучасних умовах. Насамперед розвиток технологій моніторингу та методів аналізу первинних даних у кінцевому результаті забезпечує розширення функцій управління, що крім того підвищує навантаження на комп'ютерну мережу та потребує її оптимізації.

У зв'язку з цим тема, мета, поставлені та вирішені завдання дисертаційної роботи безперечно є актуальними, мають наукове та практичне значення.

Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків підтверджується ефективним застосуванням широко використовуваних і добре апробованих методів дослідження. Результати дисертації наведено у вигляді математичних методів, алгоритмів, структурних схем. Показано місце різних методів аналізу первинних даних при організації системи тягового електропостачання.

У роботі обґрунтовано необхідність та доцільність проведених досліджень.

Достовірність результатів дисертаційної роботи. Для підтвердження теоретичних результатів наведені приклади розрахунків. Достовірність теоретичних результатів, у тому числі й розроблених у роботі математичних методів, підтверджується комп'ютерним моделюванням.

Основні наукові положення та висновки представленої дисертації є новими, що підтверджується публікаціями у фахових виданнях та апробацією на конференціях, що відповідають тематиці роботи.

Працездатність розроблених методів, спрямованих на зменшення витрат на електроенергію залізницею, як комплексу підтверджено експериментальними дослідженнями, що опираються на реальні дані.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до державних програм: Енергетична стратегія України на період до 2030 р., схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України № 1071 від 24.07.2013, в частині розвитку електроенергетичної галузі;

Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки, ухвалена Постановою Кабінету Міністрів України № 1390 від 16.12.2009 р. (із змінами, внесеними згідно з Постанови № 970), в частині зменшення обсягу питомих витрат енергоресурсів на тягу поїздів та у відповідності з планами науково-дослідних робіт у рамках держбюджетних наукових тем № 0115U000394 «Теоретичні дослідження і розробка сучасних комп'ютерно-орієнтованих технологій оптимізації режимів електропостачання, енергозбереження і безпеки руху залізниць України», № 0115U002476 «Наукові засади створення сучасних розподілених комп'ютерних мереж оптимізації електроспоживання та управління енергозбереженням залізниць України».

Аналіз публікацій за темою дисертації. Основні наукові положення опубліковані в 20 наукових роботах, серед яких 15 статей у фахових виданнях України, з них 5 статей у журналах, що реферуються у наукометричних базах (Index Copernicus International, РІНЦ), 5 тез доповідей у матеріалах наукових конференцій.

Отримані здобувачем результати достатньо повно представлені в опублікованих автором наукових працях і апробовані на міжнародних науково-практичних конференціях «Розвиток науки і техніки на залізничному транспорті» (м. Київ, 15 квітня 2015 р.), «Залізниця: вчора, сьогодні, завтра» (м. Київ, 13 квітня 2016 р.) «Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте – ЭКУЖТ 2016» (м. Київ, 9-15 вересня 2016 р.), «Залізничний транспорт: сучасні проблеми науки» (м. Київ, 12 квітня 2017 р.), «Актуальні проблеми автоматизації та управління» (м. Луцьк, 30 листопада 2017 р.).

Зміст дисертаційної роботи у повній мірі відображений в опублікованих працях. Особистий внесок здобувача в роботах, що написані у співавторстві, відображений у дисертації та в авторефераті.

В авторефераті стисло викладена сутність усіх розділів дисертаційної роботи, його зміст дає можливість простежити за ходом досліджень, встановити суть використаних методів і значення отриманих результатів.

Наукова новизна дисертаційної роботи Гайденка О.С. ґрунтується на наступних отриманих результатах: знайшли подальшого розвитку диференційні математичні методи визначення повної інформативності зареєстрованих первинних даних швидкоплинного аварійного процесу мережі тягового електропостачання; удосконалено методи визначення окремих гармонічних складових первинних даних в області диференційних зображень, що дозволило з підвищеною точністю виділяти окремі гармонічні складові струму в аварійному режимі функціонування системи тягового електропостачання; запропоновано на основі формалізованої залежності вартості електроенергії від часу її споживання тяговим навантаженням, комп'ютерно-орієнтовані математичні методи використання комерційних тарифів оплати електроенергії на залізничному транспорті для досягнення економічного ефекту; уперше розроблено математичну модель тривалості руху потяга через періоди дії тарифних зон диференційованого тарифу, яка знайшла подальше застосування як основа розробки алгоритмів та програмного забезпечення, призначених для моделювання перевізного процесу залізниці в умовах комерційного обліку електроенергії.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному:

- запропоновано модифіковану комп'ютерну архітектуру системи інтелектуального електропостачання Укрзалізниці, спрямовану на розвиток існуючої інформаційної системи за концепцією Smart Grid та єдиного інформаційного простору;
- опираючись на запропоновану математичну модель тривалості руху потяга через періоди дії тарифних зон, розроблено алгоритм, призначений автоматизувати процес адаптування графіка руху потягів для економії коштів при оплаті електроенергії залізницею згідно тризонного диференційованого тарифу;
- розроблено програмне забезпечення, основане на алгоритмі адаптації графіка руху поїздів, яке орієнтоване на запропоновану децентралізовану архітектуру комп'ютерної мережі. Програмне забезпечення

дозволяє автоматизувати процес пристосування перевізного процесу під тарифи диференційовані за зонами доби.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес Державного університету інфраструктури та технологій і у науково-дослідну та виробничу діяльність АТ «Українська залізниця» в інформаційній системі керування на тяговій підстанції ЕЧЕ-8 ст. Фастів-1, що підтверджено відповідними актами.

Оцінка змісту дисертації. Дисертаційна робота Гайденка Олеся Сергійовича складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі здобувачем, відповідно до вимог обґрунтовано актуальність досліджень, сформульовано мету та задачі, визначено об'єкт та предмет досліджень, показано зв'язок дисертації з науковими програмами, наведено наукову новизну та практичні результати і особистий внесок здобувача, відомості про їх апробацію та впровадження.

У першому розділі здобувачем здійснено аналіз мережі електропостачання залізниць як об'єкта моніторингу й управління, розглянуто роль моніторингу при моделюванні та його особливості, досліджено чинники, що мають вплив на функціонування системи тягового електропостачання.

Проведено аналіз тенденцій комп'ютерного моніторингу, аналізу й управління системою постачання електроенергії, який показав що майбутнім інтелектуальної енергетики стануть ІТ-технології, розроблені у рамках роботи над Smart Grid програмами, чи на їх основі. Відповідно до особливостей вітчизняної системи електропостачання залізниць, розглянуто основні функції моніторингу, інтелектуального аналізу даних та контролю нового покоління, які можуть бути застосованими в даній системі електропостачання. Визначено, що комунікаційна та обчислювальна інфраструктури повинні бути розширені для підтримки цих функцій та, на основі аналізу потреб і стану розвитку пристроїв, що забезпечують інтелектуалізацію енергетики.

У цьому ж розділі запропоновано модель систем моніторингу та керування режимами роботи мережі електропостачання як взаємопов'язаних складових єдиного інформаційного простору.

На основі аналізу потреб та стану розвитку пристроїв, що забезпечують інтелектуалізацію енергетики, запропоновано інтелектуальну інформаційну систему та модифіковану комп'ютерну архітектуру системи інтелектуального електропостачання Укрзалізниці, орієнтовані на розвиток існуючої інформаційної системи за концепцією Smart Grid та єдиного інформаційного простору.

У другому розділі наводяться методи вирішення поставлених завдань та їх порівняльні оцінки, а саме проведено дослідження методів інтелектуального аналізу даних з висвітленням переваг та недоліків при можливому їх застосуванні у вирішенні поставлених здобувачем завдань, проведено аналіз методів автоматизації оперативного та короткострокового прогнозування електроспоживання тягових підстанцій, у результаті якого здобувачем обрано прогнозування за допомогою штучних нейронних мереж, так як вони мають ряд переваг над іншими методами для їхнього застосування в системі електропостачання залізниці.

У третьому розділі запропоновано диференційні математичні методи підвищеної інтелектуальної складності та розмірності визначення повної інформативності зареєстрованих первинних даних динамічних процесів аномальних і аварійних режимів систем електропостачання.

Розроблено методи інтелектуалізації процедур гармонічного аналізу первинної інформації, представлені в області диференційних зображень у вигляді диференційних спектрів для визначення окремих гармонічних складових і їх особливостей, аномальних та динамічних режимів роботи системи електропостачання.

Автором формалізовано залежність вартості електроенергії від часу її споживання тяговим навантаженням та розроблено комп'ютерно-орієнтовані

математичні методи використання комерційних тарифів оплати електроенергії на залізничному транспорті для досягнення економічного ефекту.

У четвертому розділі комп'ютерними засобами проведено формування диференційних спектрів визначення повної інформативності первинних даних, на основі реальних даних, зареєстрованих інформаційно-діагностичним комплексом «РЕГІНА», що характеризують аварійний режим роботи лінії електропостачання. Рішення системи знайдено методом оберненої матриці.

Здобувачем проведено експериментальні дослідження алгоритмів Neural Network Toolbox для прогнозування електроспоживання, які показали, що прогнозування електроспоживання засобами Neural Network Toolbox достатньо ефективно для його практичного застосування та найкраще підходить алгоритм Байєсівської регуляризації, а при обмежених можливостях обчислювальної техніки доцільно застосовувати алгоритм Левенберга – Марквардта. Здобувачем виявлено проблеми забезпечення даних для навчальної вибірки, що потребують подальшого вирішення з метою підвищення якості прогнозування споживання електричної енергії, а саме: недостатній рівень впровадження лічильників АСКОЕ та відмінності фактичного руху поїздів від запланованого за графіком.

Проведено комп'ютерне моделювання математичних методів вибору тарифу оплати за електроенергію на основі даних споживання однієї електрифікованої ділянки залізниці. У результаті дослідження виявлено, що для конкретної електрифікованої ділянки, графік руху поїздів якою неадаптований до диференційованого тарифу, оплата згідно однозонного тарифу вигідніша на 7%, з чого здобувачем зроблено висновок, що не для всіх випадків застосування тризонного диференційованого тарифу вигідне без зміни графіка руху та питання оптимізації перевізного процесу має великий потенціал для застосування тризонного диференційованого тарифу і потребує подальших досліджень, провівши які здобувач запропонував математичну модель для опису тривалості руху потяга через періоди дії тарифних зон диференційованого тарифу, під час яких він здійснює рух, на основі якої

автором розроблено продукційну модель, представлену у вигляді алгоритму зміни графіка руху потяга для економії коштів при оплаті електроенергії залізницею згідно з тризонним диференційованим тарифом та математичні методи, які дозволяють застосовувати алгоритм комп'ютерної адаптації графіка руху потяга для необмеженої кількості потягів на одній ділянці без обмежень по часу в дорозі кожного з них.

Напрацювання по адаптації графіка руху поїздів до умов комерційного обліку електроенергії реалізовано автором у програмному забезпеченні.

У кінці здобувачем проведено експериментальні дослідження комплексу комп'ютерно-орієнтованих методів мінімізації плати за спожиту електроенергію залізницею на реальних даних. У результаті застосування комплексу методів досягнуто оптимізації перевізного процесу, що відповідно розрахунків дозволила економити витрати на електроенергію в конкретному випадку, що свідчить про працездатність розроблених методів.

У висновках наведено загальні висновки по роботі, які повністю відображають всі отримані автором наукові та практичні результати.

Зміст дисертаційної роботи, стиль та мова викладення, якість та оформлення рисунків відповідають вимогам МОН України до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Рекомендації щодо використання результатів роботи. Результати дисертаційних досліджень запропоновано використовувати для наукових працівників-дослідників, інженерно-технічних працівників АТ «Укрзалізниця», технічним навчальним закладам при підготовці інженерних кадрів з інформаційних технологій та комп'ютерних спеціальностей, для наукової роботи аспірантів.

Зауваження щодо змісту дисертації

1. На рис. 1.7., що відображає комп'ютерну архітектуру, ніяк не показано засоби комунікації, що використовується для передачі даних між вузлами та рівнями запропонованої здобувачем комп'ютерної архітектури.

2. У дисертаційній роботі невеликий обсяг матеріалів другого розділу має оглядовий характер.

3. Представлені матеріали аналізу методів автоматизації оперативного та короткострокового прогнозування електроспоживання можна було б розкрити детальніше, а також навести числові порівняльні характеристики.

4. У дисертаційній роботі автором проведено експериментальні дослідження роботи прогнозування за допомогою штучних нейронних мереж у пакеті інструментів Neural Network Toolbox Matlab (розділ 4, пункт 4.2.), у результаті якого отримано графічне відображення порівняльних характеристик досліджуваних алгоритмів. На мій погляд доцільно було б висвітлити це в авторефераті.

5. У четвертому розділі дисертації в пунктах 4.2 та 4.5 значення спожитої електроенергії описано в кВт·год, а в пункті 4.3 – у мВт·год. Краще було б привести виміри до величини однакової кратності для уникнення плутанини та полегшення сприйняття змісту роботи.

6. У тексті дисертації зустрічаються деякі стилістичні помилки.


Автореферат дисертації адекватно відображає основний зміст, положення, висновки, рекомендації дисертаційної роботи та відповідає вимогам, які встановлені відповідними нормативними документами та положеннями до авторефератів. Зауважень до автореферату немає.

Висновок про відповідність дисертації. Загалом дисертаційна робота Гайденка Олеся Сергійовича на тему «Комп'ютерно-орієнтовані засоби опрацювання первинних даних моніторингу та інтелектуалізації процесів електропостачання залізниці» є завершеною науковою працею, в якій отримані нові наукові та практичні результати.

Мета роботи, поставлені та вирішені в ній завдання, а також викладені основні наукові результати дозволяють зробити висновок про те, що дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Ознайомившись зі змістом дисертаційної роботи Гайденка О.С. «Комп'ютерно-орієнтовані засоби опрацювання первинних даних моніторингу та інтелектуалізації процесів електропостачання залізниці» можна зробити висновок про те, що за актуальністю, науковим рівнем, отриманими науковими результатами та практичною цінністю робота відповідає вимогам пунктів 9, 11, 13 Постанови Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 р. «Порядок присудження наукових ступенів» щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Гайденко Олесь Сергійович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент,
Заслужений метролог України
завідувач кафедри комп'ютеризованих
електротехнічних систем та технологій
Національного авіаційного
університету д.т.н., професор

 В. П. Квасніков

