Рішення щодо присудження наукового ступеня кандидата наук

Спеціалізована вчена рада з присудження наукового ступеня доктора наук Д 08.084.06 Дніпровського інституту інфраструктури і транспорту Українського державного університету науки і технологій Міністерства освіти і науки України прийняла рішення про присудження наукового ступеня кандидата технічних наук Шилу Сергію Івановичу на підставі прилюдного захисту кандидатської дисертації «Підвищення ефективності тягової передачі електропоїздів постійного струму» у вигляді дисертації на правах рукопису за спеціальністю 05.22.09 Електротранспорт «24» квітня 2025 року, протокол № 3.

Шило Сергій Іванович 1982 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2004 році Запорізький національний технічний університет за спеціальністю Електричні машини і апарати.

Працює старшим викладачем в Національному університеті «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя з 2007 р. до теперішнього часу.

Кандидатська дисертація виконана на кафедрі «Електричні та електронні апарати» Національного університету «Запорізька політехніка».

Науковий керівник: Андрієнко Петро Дмитрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Електричні та електронні апарати» Національного університету «Запорізька політехніка».

Рекомендовано до захисту «06» лютого 2025 року.

Здобувач має 17 наукових публікацій за темою дисертації, з них 11 статей в наукових фахових виданнях, 6 матеріалів та тез конференцій тощо.

Опоненти:

1. Сінчук Олег Миколайович, доктор технічних наук 05.09.03 електротехнічні комплекси та системи, професор кафедри електрообладнання та електропостачання промислових підприємств, Криворізький національний університет, завідувач кафедри електричної інженерії дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. В дисертаційній роботі розглядається конкретна наукова задача – підвищення ефективності взагалі, та енергоефективності зокрема, функціонування варіанту керованості, а конкретніше імпульсного керування, процесом регулювання роботою класичного тягового електроприводу електропоїздів постійного струму.

По суті, це факт необхідної та доцільної модернізації існуючого варіанту тягового комплексу постійного струму. Проте, з позицій наукової перспективи, хотілось би побачити погляди автора, хоча він

це дещо і аналізує в Розділі 4 свого дисертаційного дослідження, щодо нових, усучаснених варіантів тягових електромеханічних комплексів не тільки постійного струму, а й інших, з застосуванням такої, або скоріше подібної системи керування.

2. Частина статистичних даних щодо стану рухомого складу подана застарілою; актуалізація підвищила б переконливість аналітичної частини.

3. Експериментальні дослідження проводились на лабораторному стенді обмеженої потужності – бажано продемонструвати перспективи масштабування.

4. Економічний ефект від впровадження описаний загально – варто було б доповнити розрахунками або техніко-економічним порівнянням з альтернативними рішеннями.

5. Зауваження по тексту пояснювальної записки дисертаційної роботи:

5.1. На стор. 81 (рис. 3.5) можна побачити, що пульсації струму значно збільшились в модернізованої схемі порівняльно з класичною. А графік моменту майже неможливо розгледіти. Чи не збільшились пульсації моменту й для електромагнітного моменту? Якщо це так – повстає питання негативного впливу на двигун.

5.2. Чому обрана (рис.3.5) частота модуляції 300 Гц? Загальновідомо, що з підвищенням частоти модуляції зменшуються втрати в сталі, тому що зменшиться розмах коливань струму якоря двигунів

5.3. На стор. 82 наведений графік залежності швидкості та моменту від часу при пуску за допомогою класичної та модернізованої схем, знятий з експериментального стенду. Чому поряд з ним не приведений такий же графік, отриманий за допомогою моделі? Так, параметри різні в стенді та моделі, але загальний вид графіків було би корисно співставити?

5.4. Чому стверджується, що в модернізованої схемі характеристики серієсних двигунів становяться подібними (Анотація, стор.3 – Наукова новизна) двигунам з незалежним збудженням? В класичної схемі також виглядає як з незалежним збудженням, але з іншим нахилом (см. рис. 3.6)

5.5. На стор 83 показаний процес подальшого гальмування після відриву струмознімача та подальшого відновлення напруги живлення. Дуже цікаво – а подальший розгін можливий? Чому не показаний вказаний режим? Можливо через те, що наприкінці відриву струм збудження занадто впав, й подальший розгін небезпечний через велику величину електромагнітного моменту?

5.6. На стор. 86 наводиться блок БВНП. Яким чином він формує навантаження двигуну? Наче з записки виходить, що момент опору двигунів другорядний, скоріше усього приймається постійною величиною

5.7. Стор. 89. Навіщо гальмівний резистор, якщо працює схема рекуперації енергії? Це додаткові втрати енергії (рис.3.11)

5.8. Стор. 90. Рис.3.13. Фільтри добре працюють тільки для визначених параметрів системи, для інших їх треба перелаштовувати. Підтвердженням є значні пульсації струму спочатку гальмування, тобто біля 20% від часу гальмування. На графіку гальмування йде 5.3 с, реальний електропотяг гальмує довше.

5.9. Стор. 94. Коефіцієнт зчеплення колеса з рейкою в роботі приймається як константа, й варіюється в ході обчислювальних експериментів дозвільно. Але реальний коефіцієнт зчеплення приймається як складна функція проковзування колеса об рейку. Чому в моделюванні не було врахована саме вказана форма уявлення коефіцієнту зчеплення?

5.10. Стор. 108. На рис.4.2 а тягові двигуни називають двохобмотковими. Це декілька невдала назва, тому що існують також двохобмоткові двигуни однофазного питання. у тексті дисертації зустрічаються поодинокі орфографічні питання та стилістичні неточності, що потребують редакторського доопрацювання. У ряді місць терміни (ДПЗ, ІП, ТЕД тощо) вводяться без пояснення або з запізненням, що ускладнює сприйняття. Треба якось розрізняти

6. Зауваження по автореферату:

6.1 Стор. 1-2. В авторефераті значна увага приділяється підвищенню напруги живлення до 4-6 кВ з використанням е-трансформаторів, а в записці основна увага приділена модернізації силової схеми керування тяговим електроприводом без врахування підвищення високовольтної напруги.

6.2 Стор. 5-6. Тут констатується, що в Україні електропотяги мають виключне реостатно-контакторне керування. Далі мова йде про модернізовану схему імпульсного регулювання ДПС, але ніде не вказано, звідкіля взялася класична схема імпульсного керування.

6.3 Стор.13. На рис. 13б графік віддзеркалений відносно його правильного стану.

6.4 Стор. 13. Рис. 14а. Різниця швидкостей поміж осями при буксуванні одної осі при нульовому коефіцієнті зчеплення досягає максимум 0.006 в.о., при ввімкненій антибоксовальної системі. Цікаво було би подивитися процеси боксування без вказаної системи.

2. Балійчук Олексій Юрійович, кандидат технічних наук 05.22.09 електротранспорт, доцент кафедри електротехніки та електромеханіки, Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту Українського державного університету науки і технологій, доцент кафедри електротехніки та електромеханіки дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. В окремих розділах виявлено стилістичні та мовні неточності, які потребують редакційного доопрацювання.
2. Визначення деяких понять, використаних в тексті дисертації, не представлено в роботі, що дещо ускладнює сприйняття.
3. Інформація щодо наявного парку моторвагонного рухомого складую потребує оновлення, зважаючи на динаміку його зміни.
4. Експериментальна перевірка теоретично отриманих даних здійснювалась на стенді з відносно невеликою потужністю (3,8 кВт), що, на думку опонента, обмежує можливості перенесення результатів на повномасштабні системи без проведення уточнюючих досліджень.
5. Економічна ефективність від впровадження запропонованої автором структури тягового електропривода описана лише в загальних фразах, без конкретних числових оцінок чи порівняльного аналізу альтернатив.

На кандидатську дисертацію та автореферат надійшли відгуки:

1. Національний університет «Львівська політехніка», професор кафедри електромехатроніки та комп'ютеризованих електромеханічних систем, д.т.н., проф. Паранчук Ярослав Степанович дав позитивний відгук із зауваженнями.

Зауваження:

1. Автору було б доцільним вказати у авторефераті концентрований перелік допущень, за яких створювались моделі та визначалися параметри двигунів.
2. В роботі дослідження низки режимів перетворювачів проводились на частотах до 2000 Гц, що для електричних тягових передач вказаних потужностей є занадто високими і це , в свою чергу, потребує пояснень.

2. Філія «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця», к.т.н., доцент, дійсний член Транспортної академії України, головний фахівець Грищенко Сергій Георгійович дали позитивний відгук із зауваженнями.

Зауваження:

1. В авторефераті зазначено, що моделювання здійснювалось у MATLAB, однак бракує конкретного прикладу схем чи параметрів моделей, що дозволило б краще оцінити коректність моделювання.
2. Необхідно зазначити, що у тексті автореферату трапляються окремі мовностилістичні неточності, які потребували усунення під час підготовки роботи до захисту.

3. Національний університет «Запорізька політехніка», професор кафедри електропостачання промислових підприємств, д.т.н., професор Кулагін Дмитро Олександрович дав позитивний відгук із зауваженнями.

Зауваження:

1. У розділі, де наведено результати моделювання, доцільно було б дати більш розгорнуте тлумачення фізичного змісту отриманих графіків для фахівців, не занурених глибоко у математичну базу.
2. Незначне зауваження стосується оформлення - у тексті автореферату трапляються окремі мовностилістичні неточності , які бажано було б усунути під час підготовки до захисту.

4. ТОВ «НДІ «Перетворювач», технічний директор, к.т.н., доцент Кришталь Анатолій Герасимович дав позитивний відгук із зауваженнями.

Зауваження:

1. Матеріал роботи перевантажений дослідженнями з питань, що не мають принципового впливу на побудову тягової передачі, наприклад, «уточнення методики вибору напівпровідникових приладів».
2. Техніко-економічне обґрунтування носить більш якісний характер ніж економічне.

5. ДП «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ВАГОНОБУДУВАННЯ», заступник директора з наукової роботи, к.т.н., старший дослідник Сулим Андрій Олександрович, в.о. керівника випробувального центру продукції вагонобудування к.т.н., старший дослідник Хозя Павло Олександрович дали позитивний відгук із зауваженнями.

Зауваження:

1. У тексті автореферату доцільно було б навести статистичні відомості щодо стану електропоїздів, що в свою чергу підвищило б рівень сприйняття глибини дослідження.
2. Було б доцільно доповнити результати експериментальної перевірки більш детальною оцінкою енергоефективності у кількісному вимірі – це підвищило б переконливість прикладного аспекту дослідження.

3. Відсутнє економічне обґрунтування доцільності впровадження запропонованих технічних рішень.

6. ТОВ «ТСП ТРЕЙДИНГ», директор, Аветисян Армен Самсонович, дав позитивний відгук із зауваженнями.

Зауваження:

1. Зміст дослідження, судячи з автореферату, більш глибоко пов'язаний з дослідженням тягової електропередачі, проте в назві теми дисертації вказано «підвищення ефективності тягової передачі».

2. У частині, присвяченій антибуксовальному захисту, бракує порівняння з існуючими алгоритмами – чи є запропоноване рішення кращим за швидкодією, точністю чи іншим критерієм?

7. Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, професор кафедри електричного транспорту, д.т.н., професор Петренко Олександр Миколайович дав позитивний відгук із зауваженнями.

Зауваження:

1. Автореферат не містить достатньої інформації щодо обмежень запропонованої схеми – зокрема, відсутній аналіз температурних режимів або межі застосовності щодо потужності приводу.

2. Було б доцільно чіткіше розмежувати поняття «тягова передача» та «тяговий електропривід», оскільки в окремих місцях ці терміни використовуються як синоніми, хоча мають різний зміст з інженерної точки зору.

8. ПРАТ «Запорізький електроапаратний завод», к.т.н., головний конструктор Сидоренко Володимир Олексійович дав позитивний відгук із зауваженнями.

Зауваження:

1. При розробці моделі слід було врахувати, що два двигуна не можуть мати абсолютно однакового розподілу моменту. Цю різницю потрібно було врахувати при моделюванні.

2. Твердження, що основний момент інерції не впливає на перебіг електромагнітних процесів дійсне тільки для певного співвідношення електромагнітної і електромеханічної постійної часу електроприводу.

3. В системі захисту від буксування слід було дати практичну таблицю по вибору елементів , так як , ці елементи постачаються заводом-виготовлювачем разом з перетворювачем.

9. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, д.т.н., професор, завідувачка кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення Критська Тетяна Володимирівна дала позитивний відгук із зауваженнями.

Зауваження:

1. Не дуже вдалий формат рисунків автореферату, що не дозволяє розібрати деякі написи та позначення.

10. Дніпровський державний технічний університет, д.т.н., професор, професор кафедри електротехніки та електромеханіки Садовой Олександр Валентинович, к.т.н., доцент, доцент кафедри електротехніки та електромеханіки Хмельницький Євген Дмитрович дав позитивний відгук із зауваженнями.

По-перше, відсутні комп'ютерні осцилограми з режиму роботи схеми тяги у разі миттєвого провалу напруги, а також втрати контакту у разі наявності ожеледиці на проводах.

По-друге, у табл.1 відсутні параметри вхідного фільтру, що може значно вплинути на результати порівняння тягових передач.

По-третє, не приділено достатньої уваги роботі модернізованої схеми у режимі рекуперативного гальмування, яка дає значну економію електричної енергії на тягу.

11. Інститут електродинаміки НАН України, д.т.н., професор, завідувач відділу електромеханічних систем Леонід Іванович Мазуренко дав позитивний відгук із зауваженнями.

Зауваження:

1. На стор. 2 у другому абзаці вказано , що виникає «наукове технічне завдання в дослідженні та розробці енергоефективного тягового електрообладнання», а у висновках вказується на вирішення важливої науково-прикладної задачі.

У дисертаціях на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук вирішується наукове завдання.

2. У науковій новизні доцільно вказувати на наукові підходи та принципи керування, але не на алгоритми.

3. У змісті автореферату не в повній мірі описані припущення при розробці комп'ютерних моделей.

У дискусії взяли участь члени докторської ради:

Д.т.н., проф. Боднар Б.Є. (голова ради, спеціальність 05.22.07), без зауважень;

Д.т.н., професор Козаченко Д. М. (заступник голови ради, спеціальність 05.22.20) , із зауваженням щодо форми використання терміну «алгоритм» у пунктах наукової новизни;

Д.т.н., професор Босий Д.О. (член ради, спеціальність 05.22.09), із зауваженням щодо форми використання терміну «алгоритм» у пунктах наукової новизни;

Д.ф-м.н., професор Гаврилюк В.І. (член ради, спеціальність 05.22.20, із зауваженням щодо назв рисунків, підтвердження теми дисертаційної роботи деякими публікаціями;

Д.ф-м.н., професор Плаксін С.В. (член ради, спеціальність 05.22.09), із зауваженнями стосовно уточнення назви дисертаційної роботи, деяких формулювань у висновках;

Д.т.н., професор Афанасов А.М. (член ради, спеціальність 05.22.09), без зауважень;

Д.т.н., професор Саблін О.І. (член ради, спеціальність 05.22.09), із зауваженням щодо уточнення призначення алгоритмів у пунктах наукової новизни;

Д.т.н., професор Хворост М. В. (член ради, спеціальність 05.22.09), без зауважень;

Д.т.н., професор Кириченко А.І. (член ради, спеціальність 05.22.20) , без зауважень;

Д.т.н., професор Муха А.М. (член ради, в.о. вченого секретаря, спеціальність 05.22.09);

та присутні на захисті фахівці:

К.т.н., професор, ректор НУ «Запорізька політехніка» (гість), без зауважень.

При проведенні таємного голосування виявилося, що із 16 членів докторської ради, які взяли участь у голосуванні (з них 6 докторів наук за профілем дисертації), проголосували: «За» – 16 членів докторської ради, «Проти» – 0 членів докторської ради, недійсних бюлетенів – 0.

ВИСНОВОК

спеціалізованої вченої ради Д 08.084.06 при Дніпровському інституті інфраструктури і транспорту Українського державного університету науки і технологій щодо дисертації **Шила Сергія Івановича** на тему **«Підвищення ефективності тягової передачі електропоїздів постійного струму»**, представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.09 Електротранспорт.

Дисертація Шила Сергія Івановича є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій вирішене актуальне **важливе наукове завдання** – підвищення ефективності тягової електропередачі електропоїздів постійного струму за рахунок розробки схеми та алгоритмів імпульсного керування двигунами постійного струму з послідовним збудженням, які без допоміжних джерел живлення дозволяють отримати динамічні та статичні характеристики аналогічні двигунам з незалежним збудженням та призводить до збільшення пускового моменту та зменшення собівартості перетворювача для тягової електропередачі.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі «Електричні та електронні апарати» Національного університету «Запорізька політехніка» відповідно до тематичного плану наукових досліджень за держбюджетною темою ДБ 03715 «Енергоощадне керування експлуатаційними характеристиками та параметрами систем електричної тяги автономного електрорухомого складу» (номер держреєстрації 0115U002567) та кафедральною науковою темою № 03418 «Дослідження системи прогнозування енергоефективності та діагностики високовольтного обладнання», а також планів ТОВ «НДІ Перетворювач» по створенню перетворювачів для тягових передач рухомого залізничного транспорту і промислових електроприводів постійного та змінного струму.

Актуальність теми і отриманих результатів.

Важливим напрямом ефективного вдосконалення технічних і економічних характеристик систем тягової електропередачі є впровадження сучасних досягнень силової напівпровідникової і мікропроцесорної техніки. Особливо це відноситься до електропоїздів українських залізниць, де наразі в експлуатації використовуються високовольтні контактно-резистивні пускові тягові пристрої та електромашинні високовольтні перетворювачі для живлення кіл власних потреб.

В умовах значного зношення рухомого складу, обмеженого державного фінансування та необхідності підвищення ефективності використання енергоресурсів, актуальність розробки нових схем імпульсного регулювання тягових електропередач є беззаперечною.

У наявних електропоїздах широко використовуються морально застарілі реостатно-контакторні системи пуску, які мають низький коефіцієнт корисної дії, не дозволяють реалізовувати сучасні алгоритми захисту та гальмування.

Робота Шила С.І. спрямована на розробку технічних рішень, що дозволяють забезпечити керування тяговими двигунами послідовного збудження з характеристиками, подібними до двигунів з незалежним збудженням, – без використання додаткових джерел живлення. Запропонована концепція дозволяє суттєво знизити енергоспоживання, покращити стабільність руху, реалізувати режим рекуперативного гальмування.

Такі підходи повністю відповідають сучасним світовим тенденціям у розвитку електротранспорту.

Тому науково-технічне завдання, яке полягає в дослідженні і розробці енергоефективного комплектного тягового електрообладнання електропоїздів постійного струму на базі сучасних досягнень в області напівпровідникових приладів, є актуальною темою дослідження.

Найбільш суттєві наукові результати, які одержав здобувач особисто та їхня новизна.

До основних наукових результатів, отриманих автором особисто, і які виносяться на захист, відносяться:

1. Вперше:

– розроблені та досліджені нові методи, що дозволяють засобами змінної структури імпульсного перетворювача, на відміну від існуючих, формувати статичні та динамічні характеристики двигуна постійного струму з послідовним збудженням аналогічні двигунам з незалежним збудженням без застосування допоміжних джерел живлення та підвищити техніко-економічні показники тягового електроприводу;

– розроблено метод, який дозволяє засобами силової електроніки у тяговому перетворювачі зі змінною структурою реалізувати швидкодіючий захист від режимів ковзання та боксування послідовно з'єднаних двигунів послідовного збудження, що сприяє покращенню тягових характеристик приводу.

– методом комп'ютерного моделювання досліджено новий алгоритм захисту від ковзання ходових коліс тягового приводу та отримані нові залежності параметрів двигунів (струму, напруги, швидкості) від коефіцієнту зчеплення.

2. Отримали подальший розвиток:

– методика порівняльного вибору напівпровідникових приладів, яка, на відміну від існуючої, враховує реальні коефіцієнти теплового стану та втрати потужності;

– метод дослідження теплових процесів систем напівпровідник-охолоджувач, який, на відміну від існуючих, враховує повну модель конструкції охолоджувачів, яка входить в модель імпульсного перетворювача.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Обґрунтованість та достовірність результатів, отриманих у дисертації Шила С.І., підтверджується коректною постановкою завдання наукового дослідження щодо підвищення ефективності тягової передачі електропоїздів постійного струму, а також застосуванням сучасних підходів до моделювання та аналізу електромеханічних процесів.

Отримані наукові результати базуються на достовірних експериментальних даних, які узгоджуються з результатами комп'ютерного моделювання, що свідчить про правильність обраної методології дослідження, адекватність математичних моделей і точність використаних засобів вимірювання.

Достовірність висновків забезпечується відповідністю між розрахунковими та експериментальними характеристиками тягового електропривода, достатньою кількістю реалізацій досліджень та порівнянням результатів для різних режимів роботи.

Розроблена схема імпульсного керування та отримані техніко-економічні показники ефективності її застосування ґрунтуються на багатоваріантному аналізі, що охоплює як статичні, так і динамічні характеристики тягового електропривода при використанні модернізованої схеми керування.

Наукове значення роботи.

Наукове значення дисертаційної роботи полягає у вирішенні актуального наукового завдання підвищення ефективності тягової передачі електропоїздів постійного струму шляхом формування статичних та динамічних характеристик тягових електродвигунів з послідовним збудженням, аналогічним до характеристик двигунів із незалежним збудженням, без використання додаткових джерел живлення, за рахунок розробки, дослідження та впровадження нової схеми імпульсного керування.

Головним здобутком дисертаційної роботи є теоретичне обґрунтування і практична реалізація ефективного імпульсного методу керування тяговою

передачею, що дозволяє зменшити енергетичні та експлуатаційні витрати в умовах експлуатації електропоїздів зі значним ступенем зносу.

Запропонований підхід базується на поєднанні аналізу електромагнітних процесів, результатів комп'ютерного моделювання та експериментальних досліджень, що в сукупності утворює наукову основу для вдосконалення електромеханічних систем керування тягою рухомого складу. Результати роботи розширюють науково-технічні уявлення про функціонування тягових електропередач постійного струму в умовах глибокій модернізації.

Практичне значення та використання результатів роботи.

Отримані результати дозволяють підвищити ефективність функціонування тягової електропередачі електропоїздів постійного струму завдяки застосуванню нової схеми імпульсного керування з можливістю формування динамічних і статичних характеристик двигунів з послідовним збудженням, подібних до характеристик двигунів із незалежним збудженням, без використання допоміжних джерел живлення.

Розроблені технічні рішення, методи аналізу та рекомендації можуть бути використані при проєктуванні або модернізації систем електропривода тягового рухомого складу, у тому числі в умовах обмежених фінансових ресурсів, характерних для оновлення електропоїздів із високим ступенем зносу.

Практична значущість полягає у можливості зниження енергоспоживання, підвищення пускового моменту, забезпечення гальмування з постійним моментом на низьких швидкостях, що в сукупності сприяє покращенню техніко-економічних показників експлуатації електропоїздів.

Рівень впровадження результатів дисертаційних досліджень.

Основні результати дисертаційної роботи, включаючи розроблену схему імпульсного керування, алгоритми її роботи, комп'ютерні моделі були використані в діяльності ТОВ «НДІ «Перетворювач» при реалізації рішень з модернізації тягового електропривода електровоза ЧМ3 з двигуном послідовного збудження, механізмів мостового крану Алчевського металургійного комбінату, а також при розробці перетворювача власних потреб дизель-поїздів ДЕЛ-02 виробництва ПАТ «Луганськтепловоз» » (акт про впровадження результатів дисертаційної роботи від 16.04.2024).

Результати роботи використовуються також у освітньому процесі Національного університету «Запорізька політехніка» при підготовці

бакалаврів та магістрів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» в освітніх компонентах «Регулювання та керування електромеханічних систем», «Основи силової електроніки», «Силові електронні пристрої енергоємних виробництв» (акт про впровадження результатів кандидатської дисертаційної роботи в освітній процес від 30.10.2024).

Факт практичного впровадження підтверджується документами, що наведені у відповідних додатках до дисертації.

Рекомендації щодо використання результатів роботи.

Основні теоретичні та практичні результати, отримані в дисертаційній роботі, можуть бути використані в процесі модернізації та технічного переоснащення електропоїздів постійного струму, які мають значний ступінь зносу, з метою підвищення енергоефективності та надійності тягової електропередачі.

Розроблена схема імпульсного керування, методика захисту від боксування, результати комп'ютерного моделювання та експериментальних досліджень можуть бути впроваджені підприємствами, що займаються ремонтом та модернізацією тягового рухомого складу, зокрема у вагоноремонтних депо, електровозоремонтних заводах та сервісних центрах Укрзалізниці.

Крім того, матеріали дисертаційної роботи можуть бути використані в освітньому процесі закладів вищої освіти при викладанні дисциплін, пов'язаних із силовою електронікою, електроприводом та електротранспортом, для підвищення якості підготовки фахівців спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 275 «Транспортні технології».

Відповідність дисертації вимогам пп. 9, 11, 12–14 «Порядку присудження наукових ступенів…»

Основні результати дисертації опубліковано в наукових фахових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних, зокрема Scopus, а також у виданнях, затверджених Міністерством освіти і науки України. Зміст дисертаційної роботи відповідає паспорту спеціальності 05.22.09 – електротранспорт.

За характером і результатами виконаних досліджень дисертація відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12–14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24

липня 2013 р. № 567 (із змінами), а також профілю спеціалізованої вченої ради Д 08.084.06.

Робота містить нові науково обґрунтовані теоретичні й практичні результати, які в сукупності вирішують важливе наукове завдання підвищення ефективності тягової передачі електропоїздів постійного струму шляхом створення й дослідження схеми імпульсного керування для електропривода з двигуном послідовного збудження.

Отримані результати, висновки та практичні рекомендації мають суттєве значення для підприємств, що займаються ремонтом, модернізацією та експлуатацією рухомого складу, а також для вдосконалення освітніх програм з електротранспорту, електроенергетики, силової електроніки.

Автору дисертації, **Шилу Сергію Івановичу**, присудити наукову ступінь **кандидата технічних наук** за спеціальністю **05.22.09 – електротранспорт**.

Висновок підготували:

Доктор технічних наук, професор А.М. АФАНАСОВ

Доктор технічних наук, професор Д.О. БОСИЙ

Доктор технічних наук, професор А.М. МУХА

На підставі результатів таємного голосування та прийнятого висновку докторська рада присуджує Шилу Сергію Івановичу науковий ступінь кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.09 Електротранспорт.

Головуючий на засіданні
спеціалізованої вченої ради
з присудження наукового
ступеня доктора наук Д 08.084.06 Борис БОДНАР

В.о. вченого секретаря
спеціалізованої вченої ради
з присудження наукового
ступеня доктора наук Д 08.084.06 Андрій МУХА

М. П.
(за наявності) «13» 05 2025 року