

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на дисертацію Щєбликіної Олени Вікторівни на тему: «Підвищення експлуатаційної готовності систем керування рухом поїздів на основі контролю функціональних параметрів», поданої до разової спеціалізованої вченої ради ДФ 64.820.002 на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 «Транспортні технології» в галузі знань 27 «Транспорт»

1. Актуальність обраної теми

Розвиток усіх видів транспорту, поглиблення їх взаємної інтеграції та раціоналізація їх комплексного використання є однією з ключових умов забезпечення економічної стабільності, національної безпеки та обороноздатності України.

Залізничний транспорт є однією з основних ланок транспортного комплексу, на який припадає більше 80% вантажних і близько 50% пасажирських перевезень у країні. У процесах реформування залізничного транспорту, започаткованих Національною транспортною стратегією до 2030 року, вирішальну роль відіграє технічне переоснащення основних фондів інфраструктури та рухомого складу.

Забезпечення належної пропускнуої і провізної здатності ділянок залізниць, убезпечення руху поїздів і виконання маневрової роботи, реалізація ефективної взаємодії залізниць з морськими і річковими портами, вантажно-розвантажувальними терміналами автомобільного транспорту, іншими засобами різних видів транспорту в значній мірі залежить від надійного функціонування технічних засобів автоматизації транспортних процесів. На об'єктах залізничної інфраструктури такі засоби представлені системами керування рухом поїздів (СКРП), на які покладено основні функції із регулювання та убезпечення поїзної і маневрової роботи.

Більше 90% технічних засобів СКРП на магістральному та промисловому транспорті були запроваджені в експлуатацію у 50-х – 70-х роках минулого століття та побудовані на релейно-контактній елементній базі, що обумовлює їх як фізичне, так і моральне старіння станом на сьогоднішній день. Зокрема, згідно офіційних аналітичних даних департаменту автоматики та телекомунікацій АТ «Укрзалізниця» у 2020 році рівень фізичного зносу основних фондів СКРП становить близько 65%. При такому стані речей ставиться під загрозу стабільна робота транспорту в цілому як єдиної інфраструктурної та технологічної галузі країни.

В останні два десятиліття спостерігається тенденція до поступового запровадження сучасних СКРП, реалізованих на мікроелектронній елементній базі із програмованою логікою. В останні два-три роки розпочато тенденцію до взаємної інтеграції та уніфікації СКРП різного призначення, що базується на їх комплексній цифровізації. Підходи до забезпечення надійності та убезпечення функціонування таких систем принципово відрізняються від підходів, прийнятих до релейно-контактних засобів попередніх поколінь, що обумовлено їх резервованою структурою, складним характером міжмодульної взаємодії та неочевидністю поведінки при відмовах окремих складових. З урахуванням цього гостро постає питання розвитку засобів і технологій контролю функціональних параметрів сучасних СКРП з метою гарантування їх надійного, безпечного та ефективного функціонування в процесі експлуатації.

Невід'ємною складовою надійності є експлуатаційна готовність технічних засобів, яка визначається ймовірністю їх знаходження в працездатному стані в задані інтервали часу. З урахуванням останніх досліджень щодо СКРП та інших сучасних засобів автоматизації, більшість з яких побудовано за ергатичним принципом, експлуатаційна готовність безпосередньо впливає на інші показники їх надійності, ефективності та безпеки використання. Зокрема, достатня експлуатаційна готовність забезпечує безперебійність перевезень, відсутність непродуктивного простою поїздів та виключає експлуатацію СКРП у допоміжних режимах, для яких характерним є домінування впливу людського чинника над технічним при забезпеченні технологічних процесів.

Забезпечення належної експлуатаційної надійності неможливе без ефективного контролю функціональних параметрів СКРП на усіх етапах життєвого циклу. Для мікропроцесорних, зокрема – цифрових СКРП відповідні методи та засоби контролю знаходяться в стадії становлення та розвитку. Дисертаційна робота Щєбликіної О.В. спрямована саме на вдосконалення підходів до контролю функціональних параметрів сучасних СКРП на етапах їх виробництва та експлуатації з метою забезпечення належної експлуатаційної готовності. Таким чином, тема дисертації є актуальною у контексті вдосконалення технологій функціонування залізничного транспорту.

2. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки і рекомендації, викладені в дисертації, є в достатній мірі обґрунтованими та доведеними. Це підтверджується, зокрема, такими фактами, які випливають із аналізу дисертації та опублікованих за її тематикою наукових праць:

- логічною послідовністю викладеного матеріалу, який використовує сучасні наукові теорії, актуальний математичний апарат та базується на системному підході;
- достатнім рівнем верифікативності та валідності отриманих чисельних значень, висновків і рекомендацій;
- публікацією результатів дисертації в рецензованих наукових виданнях, у тому числі індексованих міжнародною наукометричною базою Scopus;
- апробацією результатів дисертації на наукових конференціях, у тому числі міжнародних і закордонних;
- обговоренням і схваленням результатів дисертації на засіданнях кафедри, на базі якої готувалася дисертація, та на фаховому семінарі окремої кафедри;
- результатами експериментальних досліджень та доведенням адекватності використаних моделей;
- виконанням дисертації в рамках ряду держбюджетних та госпрозрахункових НДР, результати яких були схвалені відповідними кафедрами, вченими радами різних ЗВО та зовнішніми замовниками;
- впровадженням результатів дисертації у процеси виробництва та експлуатації СКРП, а також навчальний процес базового ЗВО, відповідно до наданих актів.

У сукупності зазначені факти свідчать про належну обґрунтованість наукових і практичних результатів дисертації, а також наведених у ній висновків і рекомендацій.

3. Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій

У дисертації вирішено актуальне науково-прикладне завдання підвищення експлуатаційної готовності СКРП на основі контролю їх функціональних параметрів. Зазначене науково-прикладне завдання вирішено за рахунок підвищення ефективності функціональних випробувань СКРП, побудованих на сучасній мікроелектронній базі із програмованою логікою функціонування, шляхом збільшення глибини контролю та зменшення ресурсоемності при виконанні випробувань.

Авторкою дисертації вперше розроблено методичний підхід до визначення експлуатаційної готовності СКРП на основі моделі оцінки глибини контролю при здійсненні функціональних випробувань, визначено спосіб відтворення технологічних об'єктів СКРП на основі графо-функціонального моделювання, запропоновано метод аналітичної інтерпретації технологічних об'єктів СКРП на базі їх представлення функціонально-топологічними матрицями, встановлено закономірності, які визначають взаємозалежність між складністю і масштабністю технологічних об'єктів СКРП, глибиною їх контролю та показниками експлуатаційної готовності і відновлення.

Дисертанткою удосконалено метод блочно-діагонального синтезу моделей для випробувань СКРП на базі вихідних блоків функціонально-топологічних матриць суміжності, а також спосіб оцінки заходів із забезпечення експлуатаційної готовності СКРП за результатами функціональних випробувань на основі встановленого закону розподілу помилок розробників програмного забезпечення.

У дисертації набули подальшого розвитку підходи до оцінювання безпеки використання ергатичних СКРП, оснований на багатозначності режимів їх функціонування в комплексі з інтерактивною взаємодією з різними видами персоналу, а також результати впливу людського і технічного чинників на експлуатаційну надійність СКРП.

4. Практична цінність результатів дисертації

Практична цінність результатів дисертації полягає у можливості їх використання під час експлуатації та виробництва сучасних СКРП з метою забезпечення їх належної експлуатаційної готовності, убезпечення та скорочення непродуктивного простою руху поїздів.

Прикладні аспекти дисертації, виявляються, зокрема в можливості відтворення динамічної поведінки об'єктів керування та контролю СКРП під час функціональних випробувань на етапах виробництва та експлуатації, підвищенні коефіцієнта експлуатаційної готовності СКРП, залежно від конфігурації та призначення, до 18%, підвищенні інтенсивності відновлення СКРП після відмов та пошкоджень до шести разів, збільшенні глибини контролю СКРП під час здійснення контролю їх функціональних параметрів до двох разів, зменшенні обсягу ресурсів для проведення контролю функціональних параметрів СКРП до 50%, скороченні непродуктивного простою руху поїздів на різних ділянках залізниць до 16%, універсальності використання розроблених методів та засобів контролю функціональних параметрів для СКРП різного призначення.

Крім того, прикладні результати дисертації при певній модифікації можуть

бути застосовані в технологіях експлуатації інших видів транспорту, зокрема авіаційного, морського і річкового, автомобільного. Зокрема, окремі результати дисертації частково відображені в патентах України, які встановлюють нові способи визначення кінематичних характеристик літальних апаратів.

Практичне запровадження результатів дисертації у виробництво підтверджується актами, виданими структурним підрозділом «Служба сигналізації та зв'язку» регіональної філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця», управлінням залізничного транспорту ПАТ «МК «Запоріжсталь», ТОВ «Вуглепромтранс» та ТОВ «Хартрон-Енерго». На зазначених підприємствах результати дисертації використовуються в процесі експлуатації та виробництва мікропроцесорних СКРП різного призначення – електричної централізації стрілок та сигналів, напівавтоматичного блокування, диспетчерського контролю тощо. Крім того, результати дисертації використовуються в освітньому процесі базового ЗВО під час перепідготовки та підвищення кваліфікації керівних кадрів АТ «Укрзалізниця» та підприємств промислового залізничного транспорту, що підтверджується довідкою Українського державного університету залізничного транспорту.

5. Основний зміст дисертації

Дисертація Щєбликіної О.В. виконана на 244 сторінках, з яких основний текст міститься на 128 сторінках. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків і восьми додатків. Список джерел, використаних під час написання дисертації, складає 201 найменування.

У вступі визначено та обґрунтовано актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами, планами і темами держави та базового ЗВО, мету та завдання дослідження, його наукову новизну і практичну цінність.

Перший розділ має оглядовий характер. У ньому виконано ґрунтовний аналіз сучасного стану СКРП на залізницях України, визначено проблемні аспекти їх модернізації в контексті забезпечення належної експлуатаційної готовності та забезпечення руху поїздів. Виконано аналіз останніх наукових і прикладних досягнень у напрямку забезпечення експлуатаційної готовності СКРП, на підставі чого визначено пріоритетні кроки щодо розвитку відповідної методології на основі вдосконалення методів та моделей функціональних випробувань. Встановлено доцільність застосування та вдосконалення графоаналітичних моделей для підвищення ефективності контролю функціональних параметрів СКРП з метою підвищення їх експлуатаційної готовності. Окремо в розділі досліджено багатозначність режимів роботи СКРП у контексті співвідношення впливу персоналу і техніки на надійність та безпеку їх використання. На підставі цього встановлено доцільність підвищення експлуатаційної готовності СКРП як у відношенні пропускнуої спроможності ділянок залізниць, так і забезпечення руху поїздів.

У другому розділі розроблено модель оцінки глибини контролю СКРП, що досягається при виконанні їх функціональних випробувань. Із використанням апарату теорії відношень встановлено біективні (ізоморфні) класи на різних рівнях і підсистемах СКРП, що дало підставу для встановлення лінійних співвідношень між їхніми чисельними характеристиками. На основі цього складено лінійну

систему рівнянь, що визначає зазначені співвідношення. Розв'язання системи рівнянь із використанням правила Крамера та встановлені обмеження використання моделі дозволили сформулювати її в аналітичному вигляді у за допомогою поліноміальних відношень. Їх використання, з урахуванням встановлених обмежень щодо масштабності та складності технологічних об'єктів СКРП, дозволяють виконати оцінку глибини контролю програмованих СКРП, що визначається тестовим покриттям функціональних випробувань. При оцінці адекватності моделі оцінки тестового покриття встановлені граничні та проміжні значення щодо параметрів технологічних об'єктів, при яких модель придатна до практичного застосування для порівняння різних методів випробувань та синтезу моделей для випробувань СКРП з метою порівняння їх ефективності.

Третій розділ присвячено розробленню моделей для випробувань СКРП та оцінці їх ефективності за експлуатаційними і ресурсними критеріями. В основу синтезу моделей закладено графо-функціональний метод представлення технологічних об'єктів СКРП, якими можуть бути залізничні станції, перегони, вузли та інші компоненти транспортної інфраструктури. Пов'язані з ними об'єкти керування та контролю у складі графо-функціональних моделей, що становлять основу методу, передбачають відтворення не тільки статичних, але й динамічних характеристик. Аналітичне представлення технологічних об'єктів при програмному конфігуруванні моделей для випробувань СКРП здійснюється на базі розроблених авторкою дисертації функціонально-топологічних матриць суміжності. На відміну від найближчого аналога, запропонований метод синтезу моделей для випробувань СКРП не тільки дозволяє відтворити динамічні властивості об'єктів керування та контролю, але й спростити процедури синтезу і зменшити до 50% необхідні часові та кваліфікаційні ресурси на підготовку до випробувань, а також зменшити кількість помилок проєктувальників моделей.

Четвертий розділ присвячено науково-прикладним аспектам підвищення експлуатаційної готовності СКРП із використанням розроблених у другому і третьому розділі моделі оцінки глибини контролю та методів синтезу моделей для випробувань. Шляхом співвідношення фактичної глибини контролю СКРП, що досягається із використанням розроблених моделей для випробувань порівняно з найближчими аналогами, встановлено, що коефіцієнт готовності СКРП для різних інфраструктурних об'єктів та типів систем може бути збільшено до 18%, а інтенсивність відновлення до шести разів. З урахуванням визначеної в першому розділі кореляції між відмовами пристроїв СКРП та затримками поїздів визначено, що при такому збільшенні коефіцієнту готовності забезпечується скорочення непродуктивного простою поїздів до 16%. У розділі також опрацьовано використання моделей для випробувань СКРП на прикладі системи мікропроцесорної централізації стрілок та сигналів, розробленої для станції «Карапиші» регіональної філії «Південно-Західна залізниця» АТ «Укрзалізниця». Зокрема, щодо даної системи розроблено програмне забезпечення САПР синтезу моделей для випробувань, а також досліджено результати випробувань системи на етапах виробництва і визначено показники ефективності роботи розробників програмного забезпечення, яке реалізує логічні (технологічні) залежності централізації. Для обґрунтування зазначених показників на базі прикладної програми EasyFeat та використання критерію відповідності Колмогорова встановлено, що помилки розробників програмного забезпечення

системи при їх поступовому виправленні за результатами проміжних випробувань підлягають експоненціальному закону розподілу. Це дало змогу сформувавши підхід до подальшого прогнозування експлуатаційної готовності при експлуатації СКРП на ділянках магістрального і промислового транспорту.

Додатки до дисертації містять проміжний та допоміжний матеріал, зокрема проміжні розрахунки, зведені таблиці, аналіз окремих наукових аспектів, акти впровадження результатів дисертації у виробництво тощо.

В цілому матеріал дисертації викладено стилістично грамотно, із використанням сучасної наукової термінології, з достатнім рівнем логічності та обґрунтованості проміжних і кінцевих результатів.

6. Повнота викладу результатів дисертації в наукових публікаціях

За темою дисертації опубліковано всього 27 наукових праць. З них 8 основних праць, серед яких 7 статей у наукових фахових виданнях України, серед яких, у свою чергу, 1 стаття індексується наукометричною базою Scopus. Серед основних праць 1 стаття опублікована в періодичному виданні країни ЄС – Болгарії. За темою дисертації також опубліковано 15 праць апробаційного характеру у вигляді тез і матеріалів доповідей на наукових конференціях. Також за темою дисертації опубліковано 2 додаткові праці у вигляді патентів України на корисну модель.

Основні наукові праці в повному обсязі відображають результати дисертації, які становлять наукову новизну та виносяться на захист.

Праці апробаційного характеру визначають зміст окремих положень дисертації, які доповідалися і обговорювалися на наукових конференціях, частину з яких дисертантка відвідувала очно, а в іншій частині приймала участь заочно або дистанційно. Аналіз змісту матеріалів і тез доповідей дозволяє стверджувати про достатній рівень апробації дисертаційної роботи.

Додаткові праці відображають можливість подальшого розвитку щодо застосування прикладних результатів дисертації не тільки в сфері залізничного транспорту, алей й у технологіях інших видів транспорту, зокрема – авіації.

У сукупності основні, апробаційні та додаткові праці, в яких опубліковано матеріали дисертації, дозволяють науковій спільноті у повному та вичерпному обсязі ознайомитися як з кінцевими, так і проміжними результатами дисертації та оцінити їх науковий і прикладний рівень.

7. Дотримання академічної доброчесності

Аналіз змісту дисертації та наукових праць, опублікованих за її темою, дає підстави стверджувати про істинність авторства Щєбликіної О.В. щодо результатів, які становлять наукову новизну та виносяться на захист.

Всі положення, ідеї, рисунки, формули, цитати та інші складові, які використані в оглядовій та інших частинах дисертації, містять вичерпні посилання на джерела їх отримання.

При аналізі дисертації не виявлено ознак плагіату, фальсифікації, фабрикації та інших порушень академічної доброчесності. Зазначені факти дозволяють

стверджувати, що дисертація містить дійсно нові наукові положення, які отримані авторкою самостійно без порушень академічної доброчесності.

8. Недоліки та зауваження

Основні недоліки та зауваження, які висуваються до дисертації в процесі її аналізу, полягають у такому:

1. Тема дисертації сформульована узагальнено щодо всіх можливих СКРП, побудованих на довільній елементній базі, у той час як основні наукові положення, висновки і рекомендації в роботі стосуються саме мікропроцесорних СКРП. На мою думку, доцільно було б відобразити цю особливість у назві теми роботи.

2. Приклади практичного застосування результатів дисертаційного дослідження наведено тільки для системи мікропроцесорної централізації стрілок та сигналів. У роботі не деталізовано особливості використання отриманих наукових і прикладних результатів щодо СКРП різного призначення, які використовуються на станціях і перегонах залізниць. Їх наведення, безумовно, могло б покращити представлення матеріалів в дисертації.

3. Аналіз статистичних даних з експлуатаційної надійності СКРП, виконаний у першому розділі, охоплює 2010 – 2019 роки включно, але не охоплює 2020 року, що не дозволяє оцінити достовірність здійсненого прогнозу станом на зазначений рік. Теж саме стосується аналізу звітних даних щодо технічного стану пристроїв СКРП – він наведений станом на 2019, але не 2020 рік.

4. У другому розділі визначено низку ресурсних і експлуатаційних показників ефективності контролю функціональних параметрів СКРП, проте розроблена модель оцінки тільки глибини контролю, що враховує виключно тестове покриття і не враховує інші параметри.

5. Графіки на рисунках 2.4, 2.5, 4.3, 4.4 і 4.5 містять позначення розмірності відповідних величин не на всіх осях, що ускладнює їх сприйняття та аналіз.

6. Рисунки 3.1, 3.5 і 3.6, які відображають практичне застосування методів синтезу моделей для випробувань, та пояснення до них доцільно було б розмістити в четвертому (прикладному) розділі дисертації.

7. Принцип суперпозиції зовнішньої та вкладеної графо-функціональних моделей технологічних об'єктів і об'єктів керування та контролю СКРП у четвертому розділі продемонстровано тільки на прикладі моделі стрілки електричної централізації, хоча доцільно було б це зробити і для інших складових СКРП.

8. Матеріал додатку А, що містить аналіз відомих графоаналітичних моделей, доцільно було б розмістити в першому розділі дисертації.

9. Матеріал додатку Г, що містить визначення ефективності графо-функціонального методу контролю параметрів СКРП за різними критеріями, доцільно було б розмістити в четвертому (прикладному) розділі дисертації.

Зазначені зауваження на мають принципового характеру та не знижують високого наукового і прикладного рівня дисертації. Авторці дисертації рекомендовано їх врахувати при проведенні подальших досліджень у процесі наукової та педагогічної діяльності.

9. Загальні висновки

Дисертація Щєбликіної Олени Вікторівни на тему «Підвищення експлуатаційної готовності систем керування рухом поїздів на основі контролю функціональних параметрів», подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 «Транспортні технології» з галузі знань 27 «Транспорт», виконана в Українському державному університеті залізничного транспорту, є завершеною науковою працею, в якій вирішено актуальне науково-прикладне завдання з підвищення експлуатаційної готовності систем керування рухом поїздів на основі контролю функціональних параметрів у процесі експлуатації та виробництва, що здійснюється шляхом функціональних випробувань.

Дисертація містить нові науково-обґрунтовані положення, висновки і рекомендації, які отримані авторкою самостійно, містять наукову новизну та мають практичне значення для виробничо-експлуатаційного використання в сфері транспортних технологій.

Результати дисертації у повному обсязі опубліковані в 27 основних, апробаційних та додаткових наукових працях. Авторкою встановлено та доведено особистий внесок у працях, які опубліковані в співавторстві.

Науковий рівень дисертації як кваліфікаційної праці відповідає вимогам, що висуваються до третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

Дисертація на тему «Підвищення експлуатаційної готовності систем керування рухом поїздів на основі контролю функціональних параметрів» відповідає вимогам пунктів 9, 10, 11 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. № 167, а її авторка – Щєбликіна Олена Вікторівна – гідна присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 «Транспортні технології».

Опонент:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри експлуатації суднових
енергетичних установок Херсонської
державної морської академії

Ігор ГРИЦУК

Підпис професора кафедри експлуатації
суднових енергетичних установок
Херсонської державної морської
академії, доктора технічних наук,
професора Грицука І.В засвідчую



Проректор з науково-педагогічної роботи
Херсонської державної морської академії
кандидат технічних наук, професор

Андрій БЕНЬ