

Голові спеціалізованої вченої ради Д 26.110.01
Державного університету
інфраструктури та технологій МОН України,
д. т. н., професору Тимошук О. М.

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

завідувача кафедри експлуатації суднового електрообладнання та засобів автоматичної Одеського національного морського університету Міністерства освіти і науки України, доктора технічних наук, професора В. О. Яровенка

Тема дисертаційної роботи: «Методологія підвищення ефективності експлуатації електрорушійних комплексів багатоцільових автономних плавальних апаратів». Спеціальність 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Здобувач: Волянська Яна Богданівна.

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор О. А. Онищенко.

Представлена опоненту дисертаційна робота «Методологія підвищення ефективності експлуатації електрорушійних комплексів багатоцільових автономних плавальних апаратів» містить анотації, перелік умовних скорочень, вступ, 7 розділів, висновки, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг – 370 сторінок.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Відомо, що існує суттєве зростання потреб України у об'єктах морської робототехніки, зокрема, у малогабаритних багатоцільових автономних плавальних апаратах (АПА), у так званих, "морських безпілотниках".

У дисертаційній роботі вирішується актуальна, важлива для забезпечення ефективного функціонування цивільного флоту і ВМС України наукова проблема, яка пов'язана із підвищенням ефективності функціонування багатоцільових АПА. Підкреслимо, що загальна проблема забезпечення України ефективно експлуатованими АПА обмежена науковим протиріччям: гарантоване виконання багатоцільовими АПА основних завдань неможливе при одночасній підтримці високої енергетичної ефективності, керованості, стабілізації режимів локальних систем, екологічності, безпечності і універсальності експлуатації, мінімізації собівартості, розширених функціональних можливостях, конструктивної спрощеності, швидкого налагодження виробництва тощо.

Розв'язок означеної наукової проблеми суттєво ускладнений тому, що існує різноманіття принципів побудови основних елементів електрорушіїв АПА, що є особливості побудови їх систем керування, що є невизначеності у існуючій термінології, методологічному апараті досліджень тощо.

Актуальність розв'язуваної у дисертації наукової проблеми полягає також у необхідності підвищення загальної ефективності експлуатації багатоцільових АПА та безпосередньо пов'язана із удосконаленням процесів проектування і визначенням конфігурацій електрорушійних комплексів (ЕРК), із забезпеченням їх якісним технічним обслуговуванням і ремонтом, залежить від головних завдань, призначених для виконання багатоцільовим АПА. Саме це й обумовлює не тільки склад і ефективність функціонування ЕРК та інших технічних систем багатоцільових АПА, а й загальну ефективність АПА, як засобу водного транспорту.

Отже, удосконалення методології підвищення ефективності експлуатації багатоцільових АПА і їх ЕРК, яке засноване на попередньому науковому обґрунтуванні і визначенні необхідних тактико-технічних характеристик ЕРК таких АПА, на удосконаленні концепції їх проектування і синтезу конструкції, побудови та забезпеченні подальшого ефективного технічного обслуговування та ремонту, є актуальною науковою проблемою, важливою для ВМС України і її цивільного флоту.

СТУПІНЬ ОБҐРУНТОВАНOSTІ ТА ДОСТОВІРНІСТЬ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ ТА РЕКОМЕНДАЦІЙ

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій визначаються: а) використанням у дисертації сучасних та апробованих теорій; б) обранням сучасних методів та методик досліджень; в) задовільною узгодженістю експериментальних результатів з теоретичними.

Отримані наукові результати відповідають поставленим задачам дослідження, є логічними і добре сформульованими, не суперечать фундаментальним фізичним та математичним закономірностям та підтверджуються достатньою апробацією основних положень та висновків на міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях і семінарах.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових результатів пояснюється наведеною у дисертації доказовою науковою базою, застосованою під час вирішення сформульованих наступних задач.

Визначення:

- і упорядкування існуючої термінології для багатоцільових АПА; формування вимог до ЕРК АПА, особливостей і можливостей їх створення;
- проблем розвитку систем керування ЕРК багатоцільових АПА;
- особливостей побудови систем керування і енергоефективних режимів

роботи ЕРК АПА, оцінкою можливостей зниження втрат потужності;

– перспективних напрямів підвищення ефективності ЕРК АПА, можливостей конструкційної модернізації його двигунів.

Розробка:

– для багатоцільових АПА, на основі принципу мінімізації апаратної частини елементів передачі енергії із забезпеченням їх головних функціональних можливостей;

– і удосконалення методів структурно-параметричної ідентифікації вітровхвильових навантажень на корпус суден;

– методу відбору ремонтних організацій, для підвищення ефективності технічного обслуговування і ремонту багатоцільових АПА;

– методу підтримки прийняття «компромісних рішень» при синтезі ЕРК і складних технічних систем різного призначення;

– спеціалізованого моделюючого комплексу (СМК) для дослідження ефективності роботи ЕРК в статичних і динамічних режимах.

В роботі застосовано комплексний підхід до процесу дослідження, що забезпечує ґрунтовне вивчення, аналіз та синтез енергозберігаючого керування, перетворення та передачі енергії в електрорушійних комплексах багатоцільових автономних плавальних апаратів.

Таким чином, достовірність отриманих у роботі положень і наукових результатів підтверджується не тільки наведеними результатами проведених досліджень, але й коректністю застосування припущень і формулювання умов досліджень, зокрема при моделюванні електроенергетичних процесів і процесів керування судновими складними технічними системами (СТС). Обґрунтованість викладених в роботі положень безсумнівна.

НОВИЗНА НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ ТА РЕКОМЕНДАЦІЙ

У дисертації вирішено проблему підвищення ефективності функціонування ЕРК багатоцільових АПА. Це вирішення заключне у використанні загальнонаукової системності при розробці та вдосконаленні теорії та методології експлуатації і ремонту ЕРК АПА, наданні рекомендацій з підвищення ефективності їх функціонування.

Зокрема, новизна отриманих результатів, заключна у наступних положеннях:

1. Вперше отримано метод побудови енергоефективної системи стабілізації курсу судна, який відрізняється уведенням властивостей часткової інваріантності до збурень, що дозволяє підвищити загальну ефективність експлуатації: зменшити витрати енергії, спростити технічну реалізацію, забезпечити збільшення часу автономної дії АПА.

2. Удосконалено метод ідентифікації параметрів нелінійної математичної моделі плаского руху (типу моделей Номото), використаних у системах керування ЕРК морських суден. Метод відрізняється запропонованим використанням і обробкою результатів маневрених експериментів, що дозволяє енергетично ефективно експлуатувати судна у режимах стабілізації курсу.

3. Удосконалено метод підтримки прийняття рішень при забезпеченні технічним обслуговуванням і ремонтом багатоцільових засобів водного транспорту, який, на відміну від відомих, ґрунтується на удосконаленій процедурі розрахунку різнорідних інтегрованих показників ТО і Р. Метод заснований на адитивному використанні методів кваліметрії, експертних оцінок і лінгвістики, що дозволяє підвищити ефективність ТО і Р багатоцільових засобів водного транспорту.

4. Удосконалено процедуру синтезу ЕРК на основі безконтактного електродвигуна, яка відрізняється обґрунтованим виключенням із комплексу окремих елементів за принципом «мінімальної апаратної надмірності», що дозволяє підвищити надійність функціонування і зменшити вартість апаратної частини ЕРК без суттєвого погіршення основних регульовальних і енергетичних характеристик.

5. Удосконалено метод підтримки прийняття рішень при визначенні складових елементів ЕРК, який відрізняється ітераційним використанням інтегрованих показників для комбінацій елементів комплексів. Запропоноване дозволяє підвищити ефективність експлуатації ЕРК знаходженням варіантів їх побудови, непокращуваних за кількома критеріями одночасно.

6. Отримав подальший розвиток метод аналогій для геометрично подібних двигунів ЕРК, який відрізняється доведенням можливостей застосування багатополосних двигунів на підвищеній частоті джерела живлення без суттєвого їх переконструювання. Запропоноване дозволяє досягти суттєвого запасу потужності і моменту при забезпеченні різних експлуатаційних режимів АПА.

7. Отримав подальший розвиток метод оцінки енергоефективності різних конструктивних переробок однакових за висотою вісі обертання двигунів ЕРК, який відрізняється багатофакторним інтегрованим їх порівнянням, що дозволяє визначати результуючі експлуатаційні характеристики ЕРК АПА.

Не викликають сумнівів обґрунтування викладених наукових положень та застосована у роботі доказова база. Синтезовані висновки і рекомендації дозволяють стверджувати про їх практичну спрямованість, про існуючі можливості подальшого удосконалення і розвитку різноманітних судових систем, використання у сучасних методах досліджень і побудови ЕРК різного типу.

АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ ТА ПОВНОТА ВІДОБРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Опубліковані статті і доповіді у збірниках матеріалів наукових конференцій, дозволяють стверджувати, що дисертація пройшла добру апробацію на

міжнародних науково-технічних і науково-практичних конференціях, на науковому семінарі Військової академії, добре висвітлена і обговорена науковою спільнотою. Загалом, за результатами досліджень опубліковано 42 наукові праці. З цих праць 4 одноосібних, а 26 – у наукових фахових виданнях. Окремо слід відзначити 9 фахових статей, що входять до баз даних *Scopus* та *Web of Science* а також, 1 патент України на корисну модель, два науково-навчальних посібника з наявністю ISBN. Наукові положення, висновки та рекомендації дисертації відображені в публікаціях рівномірно.

Публікації повною мірою розкривають науково-технічну проблему дослідження, особливості розробки і прогнозування методів удосконалення експлуатаційних характеристик ЕРК, їх систем управління, методів прийняття рішень тощо.

ОЦІНКА ІДЕНТИЧНОСТІ ЗМІСТУ АВТОРЕФЕРАТУ ТА ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ДИСЕРТАЦІЇ

Детальний аналіз представлених рукопису та автореферату дисертації Волянської Я. Б., дає підстави констатувати ідентичність автореферату та основних положень дисертації. Автореферат містить основні положення, висновки і рекомендації, приведені в дисертації, а також всю іншу необхідну для оцінки роботи інформацію. Зміст автореферату відповідає змісту дисертації. Автореферат, оформлений у відповідності до вимог МОН України.

Результати та висновки кандидатської дисертації Волянської Я. Б. до результатів докторської дисертаційної роботи не включені.

Запозичень сторонніх праць та ідей без посилань не виявлено. Зміст дисертації, автореферату відповідає паспорту спеціальності.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості їх використання і реалізації при синтезі:

- нових конструкцій і рішень для ЕРК АПА з високими техніко-економічними показниками, у тому числі для морських безпілотних апаратів подвійного призначення, для багатоцільових автономних плавальних апаратів ВМС України;

- вискоелективних ЕРК АПА і їх систем керування за допомогою обґрунтованого використання в нових і удосконалених конструкціях типових елементів і вузлів.

Слід визначити, що практичні результати дослідження отримані за допомогою застосування системного підходу при вирішенні актуальних,

практично значущих наукових завдань та з метою підвищення ефективності експлуатації ЕРК АПА, зокрема - енергетичної.

Підтвердженням практичного значення результатів дослідження є їх застосування у системі підвищення кваліфікації суднових фахівців та у навчальному процесі при підготовці здобувачів вищої освіти за напрямками підготовки 271 та 141.

Практичне значення підтверджено:

- фахівцями наукового Семінару Військової академії, що функціонує у межах вирішення проблеми «Наукові основи електроенергетики» Наукової Ради Інституту електродинаміки НАН України,

- фаховими конференціями;

- практичною діяльністю навчально-дослідницьких лабораторій «Технічних засобів автоматизації систем контролю і керування транспортних засобів» та «Енергозбереження в електроприводі», що функціонують у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова.

- актами використання у авторитетних, профільних інституціях, таких, як ТОВ "Смарт-Мерітайм Груп" Миколаївська верф, ПАТ СК "Укррічфлот" філії "Херсонський суднобудівний-судноремонтний завод ім. Комінтерну", Науковому центрі Військової академії (м. Одеса), Центрі підготовки атестації плавскладу НУ "ОМА", ТОВ "Онікс".

ОЦІНКА СТРУКТУРИ ТА ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ

Структурно робота розбита на розділі і підрозділі, які логічно розташовані і містять ілюстрації і табличний матеріал, що допомагає поясненню основних положень дисертації.

У вступі доведена актуальність теми роботи, сформульовані мета, завдання дослідження, наукова новизна і практична значимість одержаних результатів. Приводяться дані про публікації та апробацію.

У першому розділі, проведено аналіз сфер використання, сучасного стану і типів конструкцій багатоцільових АПА, автоматизованих систем керування (АСК) їх ЕРК. Аналіз доводить, що: *а)* у економічно розвинених країнах світу функціонують АПА військового і цивільного призначення різного типу, які використовуються у різних, сучасних, морських технологіях; *б)* трендом розвитку сучасних морських технологій є масштабні дослідження у напрямку створення автономних безпілотних морських суден; *в)* існує практичне злиття цивільного й військового секторів у галузі проектування, побудови і експлуатації морської робототехніки; *г)* багатоцільові АПА забезпечують більш ефективно з позицій економіки вирішення специфічних завдань флотів України.

При обґрунтуванні конструкції та призначення всіх систем АПА (в умовах обмежень фінансів, часу, технологій, нормативно-правових та соціально-

політичних чинників), при прогнозі внеску багатоцільових АПА у наявний потенціал флотів, у ціну реалізації проектів, у ключові потенційні характеристики уточнено поняття «ефективна експлуатація» морського судна багатоцільового і спеціального призначення. Наведено аналіз стану систем підтримки прийняття рішень у галузі проектного синтезу та дослідження складних технічних систем (СТС) спеціального призначення.

У другому розділі визначені обмеження у використаних теоретичних методах та обґрунтовано тематику дисертаційного дослідження. Визначені його рамки, наведено використану технологію дослідження. Визначені особливості процесів моделювання руху суден у типових системах координат. Пропонується теоретичне вирішення проблем побудови вискоелективних систем стабілізації руху АПА. Ці дослідження є теоретичною основою для запропонованого синтезу енергоефективної, інваріантної до збурень, двоканальної системи стабілізації курсу АПА. При синтезі ЕРК АПА використано оптимізацію локальних систем на основі принципів підпорядкованої набудови координат.

У третьому розділі проведені дослідження маршових двигунів для ЕРК багатоцільових АПА. Визначені їх енергоефективні режими роботи і показано, що у зоні часткових навантажень, що характерні для ЕРК АПА, знижується результуюча енергетична ефективність двигунів. Доведено, що перспективним напрямом підвищення енергетичної ефективності є перепроєктування двигунів для систем електроруху АПА з використанням частотних перетворювачів. Перевагою запропонованої модернізації асинхронних двигунів для ЕРК АПА є доволі проста, що забезпечує таку конструкційну модернізацію, технологія. Саме це дозволяє застосовувати перетворювачі частоти, у яких відсутні надлишкові функціональні можливості. Саме це забезпечує недороге і технологічне їх виробництво і надійність.

У четвертому розділі досліджується безконтактні вентильні електроприводи з мінімальною апаратною надмірністю, які використані для електрорушії багатоцільового АПА. Синтезовано математичну модель електрорушії АПА; розроблено електропривод із мінімальною апаратною надмірністю: пропонується просте технічне рішення на основі безконтактного двигуна постійного струму (БДПС), яке виключає застосування проміжних обчислень координат і складного енкодера. Показано, що у запропонованому технічному рішенні пульсації моменту зростуть несуттєво, але вартість технічної реалізації ЕРК є суттєво меншою. Очікується підвищення надійності конструкції за рахунок використання меншої кількості комплектуючих елементів на 7...14 % і зниження: а) вартості конструкції ЕРК при дрібносерійному виробництві на 18...25 %; б) масогабаритних показників плати керування на 5...7 %.

У п'ятому розділі пропонується послідовність синтезу автоматизованої системи стабілізації курсу (АССК) багатоцільового АПА. Синтезовані математичні моделі системи електроруху багатоцільового АПА і її маршового двигуна як об'єктів керування. Запропоновано і удосконалено метод ідентифікації параметрів математичної моделі багатоцільового АПА, що входить до складу

системи стабілізації курсу. При ідентифікації уточнюються параметри математичної моделі Номото другого порядку. Верифікацію результатів ідентифікації параметрів моделі проведена на основі порівняння результатів комп'ютерного експерименту «зігзаг» і відповідних результатів математичного моделювання. Пропонується метод введення у АССК властивостей часткової інваріантності до вітро-хвильових збурень, де використовується непряме визначення основного збурення, відхиляючого судно від заданого курсу.

У шостому розділі запропоновані методи підтримки прийняття рішень: а) при відборі організацій забезпечення технічного обслуговування і ремонту багатоцільового АПА; б) при синтезі конструкцій ЕРК.

Метод відбору організацій для технічного обслуговування і ремонту багатоцільового АПА ґрунтується на наступному. Відомо, що обладнання багатоцільового (подвійного, військового) призначення обслуговується з дотриманням особливих вимог і обмежень. Завдання відбору при таких умовах «оптимального» постачальника послуг ТО і Р пропонується вирішувати на основі одночасного, аргументованого і зіставленого обліку усіх обраних для аналізу параметрів і характеристик постачальників послуг ремонту. Для оцінки та співставлення різних рішень пропонується використання теорії нечітких множин.

При синтезі конструкцій ЕРК АПА використані методи рішення задач багатокритеріальної оптимізації, що передбачає наявність математичного забезпечення, яке включає основні етапи системного аналізу. На цій основі розроблено метод підтримки прийняття «компромісних рішень» при синтезі СТС різного призначення. Пропонується здійснювати синтез найбільш ефективної за декількома прийнятими (визначальна особа, що приймає рішення - ОПР) параметрами і обмеженнями системи на основі інтегральних критеріїв якості і з використанням принципу Еджворта-Парето. У процесі синтезу ОПР не використовує окремі вигравні ситуації, засновані на критеріях для ряду альтернативних варіантів, а оцінює компромісні варіанти, наприклад, у ході діалогу з програмним середовищем. Пропонована система підтримки прийняття рішень дозволяє вирішувати задачі синтезу складних систем різного призначення і знаходити варіант системи, непокращуваний («оптимальний») за кількома критеріями одночасно, але з незначним погіршенням інших. Є можливість автоматизувати отримання найкращих, із множини альтернативних варіантів, параметрів для будь-якої складної технічної системи.

У сьомому розділі синтезовано конструкцію спеціалізованого моделюючого комплексу (СМК), призначеного для експериментальних досліджень електрорушіїв багатоцільових АПА. Спроектовано і створено спеціалізований моделюючий стенд для дослідження ефективності систем керування ЕРК АПА. Стенд призначений для відпрацювання у лабораторних умовах алгоритмів і принципів керування, для вимірювання енергетичних і динамічних характеристик ЕРК різного типу. Розроблено інформаційно-вимірювальне та програмно-апаратне забезпечення спеціалізованого комплексу для математичного і напівнатурного

моделювання систем керування електрорушійними різного типу. Показано, що використання СМК дозволяє підвищити ефективність процесу навчання судових фахівців і проводити широкий спектр споріднених досліджень. Використання при розробці перспективних та удосконаленні існуючих електрорушійних запропонованих концепцій синтезу конструкцій і систем керування ЕРК АПА, дозволило оптимізувати, за різними критеріями, режими роботи їх систем керування, аргументовано оцінювати доцільність реалізації запропонованих теоретичних і практичних рішень.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

Наведені у дослідженні Волянської Я. Б. моделі, методи, методики та алгоритми характеризуються завершеністю, теоретичною та практичною цінністю.

Практичне використання результатів дозволяє формування ефективних принципів побудови і налагодження різноманітних електрорушійних комплексів АПА різного рівня складності, дозволяє побудову нових моделей і типів високоефективних АПА.

Рекомендується використання результатів дослідження Волянської Я. Б. у закладах вищої морської освіти та у профільних підприємствах морської інфраструктури.

ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА ДИСЕРТАЦІЇ, ЇЇ ЗАВЕРШЕНІСТЬ У ЦІЛОМУ, ВІДПОВІДНІСТЬ ВСТАНОВЛЕНИМ ВИМОГАМ ДО ОФОРМЛЕННЯ ДИСЕРТАЦІЙ

Дисертаційна робота написана загальноприйнятою науковою мовою із використанням сучасної української науково-технічної термінології.

Робота має кваліфікаційні ознаки докторської дисертації, виконана на належному науковому рівні, є завершеною науковою працею, має практичне значення та відображає розв'язання актуальної науково-технічної проблеми, яка пов'язана із підвищенням ефективності експлуатації електрорушійних комплексів багатоцільових автономних плавальних апаратів.

Оформлення дисертації, у цілому, відповідає темі досліджень та вимогам, що встановлені наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р.

Дисертація відповідає всім вимогам пунктів 9, 11-14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів» від 24 липня 2013 № 567 (із змінами), а також паспорту спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

ЗАУВАЖЕННЯ ВІДНОСНО ВИКЛАДЕННЯ ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Відзначаючи позитивні сторони дисертаційної роботи Я. Б. Волянської, слід зазначити, що вона не позбавлена певних недоліків і потребує пояснень.

1. У списку використаних літературних джерел присутні публікації, що мають непряме відношення до роботи (поз. 47, 64, 75, 105, 123, 136, ...). Крім того, зустрічаються досить ранні публікації (поз. 76, 83, 85, 125, 151, ...).

2. Рисунки 6.14, 6.15 є зайвими та не відносяться до експерименту, який проводився у розділі 6. На рис. 7.6, 7.8 не позначені одиниці вимірювання.

3. Висновки до четвертого, шостого і сьомого розділів повинні більш детально увійти до загальних висновків дисертаційної роботи.

4. У параграфі 1.5. є речення, де говориться про "використання ідеї «рою» і «москітних» принципів функціонування при забезпеченні режимів підзарядки системи живлення АПА у морі від апарата-донора". Але далі нічого не пояснюється і у наступному тексті роботи не використовується.

5. Текст дисертації не вільний від граматичних та стилістичних помилок, помилок пунктуації.

6. У параграфі 2.3 описується достатньо складний алгоритм синтезу процесів і систем керування рухом АПА. Але у подальшому використовується для запису алгоритмів (параграф 2.4. Математичний опис вирішення поставленої проблеми підвищення ефективності експлуатації ЕРК багатоцільових АПА) метод запису логічної схеми алгоритму (ЛСА). Не ясно, чому такий складний опис (параграф 2.3) не здійснити за допомогою апарату ЛСА?

7. На рис 2.5 наведені керуючі та інформаційні системи багатоцільових АПА, серед яких наведена і система слідкування за маршрутом. Опису цієї системи слідкування не знайдено, не ясно чи взагалі вона використана у дослідженні.

8. У працях відомого конструктора морських суден В. Н. Храмушина використовуються принципи непротирічного проектування (наприклад, за адресою <http://surl.li/pwdw>). На рис. 2.7 дисертації також наводяться принципи непротирічного проектування, але для електрорушіїв АПА. Не ясно, як вони інтерпретуються у дослідженні, як корелюються, термінологічно узгоджуються.

9. На рис. 4.11 наведена структурна схема системи керування швидкістю АПА із електрорушієм на основі безконтактного двигуна постійного струму і урахуванням нелінійних елементів. Але статичне навантаження на цій схемі показане як реактивне і постійне (сигнум-функція). При цьому у роботі стверджується, що навантаження ЕРК має вентиляторний характер.

10. З таблиці 3.5 видно що опір фази у переконструйованому двигуні ЕРК значно менше ніж у стоковому, та вказано що робилась перекомутація гілок. Але у

тексті дисертації та у додатках відсутні опис чи схема такої перекомутації, що само по собі має цінність, якщо це новий чи удосконалений спосіб комутації.

11. Не зрозумілий висновок 1 до розділу 3 у частині «для різного роду і типів систем живлення». У 3 розділі розглядається лише живлення від перетворювача частоти взагалі.

12. У висновку 4 до розділу 3 посилання на величини можливого збереження потужності не відповідають вказаній формули (3.15)

13. У висновку 6 до розділу 3 заявлено, що «Уточнено та доповнено відомі математичні моделі асинхронних двигунів: а) залежностями, що описують нелінійність кривої намагнічування магнітопроводу статора...», але без уточнення номеру формули не зрозуміло, які залежності маються на увазі. Це твердження є декларативним.

14. У висновку 5 до розділу 3 вказано, що «Аналіз розрахункових залежностей ККД і струму статора (рис. 3.2) для баророзвантаженого двигуна малої потужності при зміні напруги і різних відносних статичних навантаженнях, дозволив сформулювати і встановити особливості і вимоги до системи керування електрорухом АПА...», але у тексті роботи дуже важко вичленити ці «особливості і вимоги», тому вони потребують чіткого формування у якийсь список, тощо.

15. У розділі 6 описано принцип Еджворта-Парето, проте його використання має суттєві обмеження. Наприклад, якщо вибирається з порушенням, по крайній мірі, одна з аксіом «розумної» поведінки, найкращі для цього рішення можуть бути за межами множини Парето. Тому використання цього принципу потребують визначення обмежень на етапі формування вхідних значень, що з тексту дисертації не видно.

16. Не зовсім ясно, для яких конкретних типів АПА пропонується використання доволі складної системи підтримки прийняття рішень при обранні підприємств, що забезпечують технічне обслуговування і ремонт АПА і ЕРК.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Зміст дисертації «Методологія підвищення ефективності експлуатації електрорухливих комплексів багатоцільових автономних плавальних апаратів» відповідає за формулою та напрямками досліджень паспорту спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту (галузь знань 27 - Транспорт, спеціальність 271 - Річковий та морський транспорт). Зміст автореферату відповідає змісту дисертаційної роботи. Ознак плагіату чи самоплагіату немає. Матеріали кандидатської дисертації Волянської Я. Б. не використані у матеріалах її докторської дисертації. Публікації повно відображають результати проведених досліджень. Повнота відображення результатів дисертаційних досліджень та вимоги щодо кількості публікацій відповідають вимогам МОН України. Робота

оформлена із додержанням стандартів до оформлення наукових звітів. Відзначені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки роботи.

Дисертаційна робота Волянської Я. Б. «Методологія підвищення ефективності експлуатації електрорушійних комплексів багатоцільових автономних плавальних апаратів» є завершеною і оригінальною науковою працею, у якій вирішено важливу науково-технічну проблему, пов'язану із дослідженням, розробкою систем та апаратних засобів побудови і ефективної експлуатації електрорушійних комплексів та систем керування багатоцільових автономних плавальних апаратів, які забезпечують, при практичному використанні, комплексне підвищення ефективності функціонування об'єктів морської робототехніки.

Дисертація виконана на високому теоретичному та методологічному рівні, містить результати, що відзначаються науковою новизною та практичною значимістю. За рівнем наукової новизни, якістю досліджень, достовірністю та обґрунтованістю висновків, теоретичною і практичною цінністю дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» (затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.13 р. № 567 зі змінами) та іншим чинним вимогам, які висуваються до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, а її авторка, Волянська Яна Богданівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри експлуатації суднового електрообладнання та засобів автоматики
Одеського національного морського університету Міністерства освіти і науки
України, доктор технічних наук, професор В. О. Яровенко

«07» квітня 2021 року

(підпис)

Підпис проф. В. О. Яровенка засвідчую.



Виконаний секретар ОМУ
Тарас Коробко