

До спеціалізованої вченої ради
Д 41.106.01 в Національному
університеті «Одеська морська
академія»

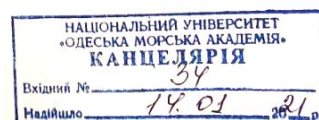
ВІДГУК
офіційного опонента

доктора технічних наук, завідувача кафедри експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики Херсонської державної морської академії Міністерства освіти і науки України, професора Рожкова Сергія Олександровича на дисертаційну роботу
Шевченка Валерія Анатолійовича
«Удосконалення управління технічними системами та комплексами при експлуатації судна»,
що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Автором поставлена задача підвищення ефективності управління та експлуатації різноманітними *судновими технічними системами і комплексами* (СТС і К) складної конфігурації, яка вирішується на основі розробки і практичного використання запропонованих методів синтезу управління основними судновими технологічними процесами. Актуальність дослідження направлено на удосконалення процесів передачі енергії з динамічними принципами управління, стабілізації параметрів СЕЕС при створенні нових, удосконаленні існуючих систем і структур управління різноманітним СТС і К під час їх експлуатації, при їх дослідженні і проектуванні. Процеси і задачі управління складними СТС і К безпосередньо пов'язані із забезпеченням високоефективної експлуатації.

Актуальним є дослідження сукупності теоретико-методологічних, проектних і прикладних методів управління основними технологічними процесами суднових технічних систем і комплексів, *гвинто-стернових комплексів* (ГСК), суднових електроенергетичних установок і експлуатації суден у цілому. Також необхідним є підвищення ефективності експлуатації і ремонту СТС і К, *суднових автоматизованих електроенергетичних систем* (САЕЕС) із урахуванням вимог до енергозбереження, економічності використання пального, надійності і безперебійності електропостачання при урахуванні Міжнародних екологічних вимог. Разом з тим залишаються актуальними питання ремонту, обслуговування і екологічності морських і річкових суден, а також питання вибору генеруючих потужностей, експлуатація яких забезпечує найкращі показники енергоефективності, підвищення швидкодії існуючих систем управління, захисту і забезпечення ефективності процесів синхронізації джерел електричної енергії на судні з урахуванням можливих аварійних режимів.



2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота Шевченко В.А. пов'язана з пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки України та підсумовує дослідження науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт (НДДКР), тематику яких схвалено Науковою Радою МОН України (Секція 7 - "Енергетика та енергоефективність"), де здобувач прийняв участь у дослідженнях і підготовці окремих розділів НДДКР у якості наукового співробітника: держреєстрацією ДР0119U001651 ("Енергоефективна система позиціонування судна подвійного призначення", 2019-2020 р.р.) та ДР №0120U102577 ("Енергетична установка, пропульсивний комплекс і система управління автономного плавального апарата подвійного призначення", 2020-2021 р.р.). Напрями дослідження цих НДДКР отримали підтримку з боку Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України (ЦНДІ ОВТ ЗСУ, лист №189/1/1029 від 19.03.2020 р.).

З перерахованих позицій впливає високий рівень актуальності завдань, пов'язаних з аналізом апаратно-програмних засобів автоматизації АЕЕС, моделюванням, проектуванням та вдосконаленням методів створення ефективного управління судною електроенергетичною системою при її динамічних навантаженнях. Також актуальним є синтез алгоритмів ефективного управління синхронізацією суднових генераторних агрегатів при детермінованих і стохастичних умовах роботи. Також необхідним є вдосконалення існуючих та створення основ побудови вискоефективних систем управління технічними системами і комплексами морських суден різного призначення при їх експлуатації у режимах стабілізації курсу та проходженні траєкторії на маршруті.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки і рекомендації, що сформульовані у представленій дисертаційній роботі, обґрунтовані достатньо переконливо та повно. Достовірність та обґрунтованість одержаних у дисертації наукових результатів підтверджуються коректною постановкою наукової проблеми, коректним застосуванням методів загальної теорії систем, методів проектування інформаційних систем, теорії автоматичного управління, теорії ймовірностей, методів імітаційного та фізичного моделювання, загальнонауковими принципами методології наукових досліджень, а також співпаданням результатів теоретичних досліджень з результатами впровадження результатів дисертаційної роботи при проектуванні та створенні сучасних суднових систем управління у ТОВ «Бюро корабельних інженерів», ТОВ "СКМ Марін Сервіс", ТОВ "Сервіс Транс Балк", у Інституті післядипломної освіти "Одеський морський тренажерний центр", у Державній службі морського і річкового транспорту України.

В роботі застосовано комплексний підхід до досліджень, який забезпечив всебічне і ґрунтовне вивчення та аналіз процесів, що відбуваються при автоматизованому керуванні судновими електроенергетичними системами.

Враховуючи вище сказане, обґрунтованість викладених в роботі положень не викликає сумніву. Оформлення дисертаційної роботи відповідає діючим вимогам до докторських дисертацій Міністерства освіти і науки України.

4. Повнота викладення основних результатів дисертації в наукових виданнях

Всього за темою дисертації опубліковано 39 друкованих наукових праць, з яких 15 одноосібних. Зокрема 26 статей опубліковано у наукових профільних виданнях, 5 публікацій входять до наукометричних баз даних Scopus і Web of Science, 7 доповідей у збірниках матеріалів наукових конференцій (з них 1 публікація, що входить до наукометричної бази даних Scopus. Також за результатами роботи опубліковано 2 монографії та 6 навчально-наукових посібників.

Аналіз публікацій Шевченко В.А. дозволяє зробити висновок про те, що основні результати дисертаційної роботи знайшли повне відображення в опублікованих працях. Дисертаційна робота пройшла необхідну апробацію на міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях, що відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України до кількості публікацій у переліку фахових видань України та виданнях інших держав, включених до наукометричних баз даних, виконано.

Запозичень сторонніх праць та ідей без посилань, а також невідповідності змісту дисертації і автореферату паспорту спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту у тексті дисертації не виявлено.

Результати та висновки кандидатської дисертації Шевченко В.А. до результатів докторської дисертаційної роботи не включені.

Автореферат містить всю необхідну інформацію для оцінки роботи, основні положення та висновки. Зміст автореферату та основних положень дисертації ідентичні.

5. Важливість для науки і народного господарства одержаних результатів

В результаті дисертаційного дослідження автором Шевченко В.А. було отримано нові наукові результати, які дозволили реалізувати системний підхід при вирішенні наукових завдань управління технічними системами та комплексами при експлуатації судна.

В дисертаційній роботі автор Шевченко В.А. показав необхідність вирішення ряду нових завдань, які пов'язані із уніфікацією СЕЕС при обранні раціональної конфігурації генераторних агрегатів (ГА) при використанні їх для окремих режимів, що забезпечує судно енергією необхідної якості.

Для оптимізації складу і завантаження суднових генераторних агрегатів (ГА) автором запропоновано новий принцип автоматизованого управління судновою електроенергетичною системою з урахуванням динаміки процесів змінювання навантаження з використанням авторського методу "гнучких порогів", який враховує умови мінімуму витрати палива та погодні умови. Автором Шевченко В.А. запропоновано методику визначення часових затримок на пуск і відключення резервних суднових ГА в умовах нестачі або надлишку генерованої енергії, що дозволяє уникнути передчасну зміну складу ГА.

Алгоритм функціонування розподіленої дворівневої системи управління СЕЕС, який запропоновано автором Шіченко В.А., враховує нормальні і аварійні режими, що дозволяє прогнозовано визначати раціональні конфігурації СЕЕС і алгоритми

функціонування їх систем управління. Такі методи знайшли своє відображення при реалізації швидкодіючого вимірювання параметрів генерованої енергії із використанням методу мультипліційної обробки дискретної та аналогової інформації вимірюваних величин.

Необхідно відзначити позитивні аспекти роботи:

- наукову і практичну значимість роботи в цілому, поєднання теоретичних досліджень з практичними додатками результатів досліджень;
- прагнення автора врахувати сучасні аспекти використання методів розрахунку і моделювання суднових систем;
- системність походу і отримані, за рахунок використання методів алгоритмізації, перспективні методики синтезу систем авто контролю;
- достатньо глибокий аналіз існуючих підходів до вирішення поставленої проблеми, та як наслідок, обґрунтованість підходів і використовуваних методик;
- прагнення автора отримати обґрунтування методів алгоритмізації задач розглянутого класу та проведення порівняльних експериментів з різними регуляторами і аналіз результатів експериментів;
- повноту представлення літературних джерел.

6. Структура й обсяг дисертації. Відповідність дисертації і її змісту встановленим вимогам. Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації

Дисертаційна робота містить анотацію, список прийнятих скорочень, вступ, сім розділів, висновки, список використаних джерел та додатки. Оформлення дисертації проведено згідно вимог п. 10, п. 12, п.14 «Порядку присудження наукових ступенів». Повний обсяг дисертації становить 350 сторінок, включаючи зміст та 34 сторінки списку використаних джерел (331 найменування), 18 таблиць, 84 рисунки, 7 сторінок додатків, що містять акти впровадження результатів роботи.

Дисертацію написано сучасною науково-технічною мовою, стиль викладання матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує достатню доступність її сприйняття.

Розсилку автореферату здійснено 24 грудня 2020 року. Автореферат обсягом 43 друкованих сторінок викладений українською мовою, оформлення за своїм обсягом, структурою та змістом відповідає чинним вимогам п.13 «Порядку присудження наукових ступенів». Зміст автореферату повністю розкриває основні наукові положення дисертаційної роботи. У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету та основні завдання досліджень, сформульовано наукову новизну і практичну цінність одержаних результатів, наведено дані про публікації та апробацію основних положень дисертації.

Перший розділ присвячено загальному аналізу стану і існуючим проблемам розвитку процесів управління складними технічними системами і системами керування, їх експлуатації на прикладі управління судновою електроенергетичною системою. Автором розглянуто основні проблеми удосконалення та підвищення

енергетичної ефективності і тенденції їх розвитку і висунута гіпотеза дослідження – проблеми вдосконалення процесів управління складними ТС і К вирішуються визначенням конфігурації та структури їх систем управління, при умові застосування запропонованого методу синтезу програмно-апаратного забезпечення.

Автором виконано аналіз відомих способів підвищення енергетичної ефективності судових СЕЕС, наведені рівні абстрагування опису АСУ і принципи оцінювання результуючої ефективності ТС і К.

Використані методи аналізу і синтезу процесів управління ТС і К автор Шевченко В.А. наводить у другому розділі. Запропоновані принципи побудови алгоритмів управління, ергатичного і ергономічного аналізу ТС і К складної конфігурації та наведено методику оцінювання ефективності процесів експлуатації ТС і К, принципи побудови розподілених ієрархічних управління ТС і К складної конфігурації, визначена "технологія" наукового дослідження.

У третьому розділі автором Шевченко В.А. запропоновано комплекс інформаційно-вимірювальної підтримки процесів управління ТС і К, який необхідний для забезпечення їх ефективного функціонування. Зокрема, запропоновано принцип вимірювання і контролю навантаження СЕЕС із використанням імовірнісних характеристик процесів збурювань. Автором наведено удосконалені методики вимірювання параметрів електроенергії СЕЕС, у тому числі на основі мультипліційної обробки вимірюваних змінних (струму, напруги тощо).

Четвертий розділ присвячений синтезу процесів базового управління верхнього рівня складних ТС і К судна. Автором запропоновано семантику опису та методику декомпозиції завдань управління, наведено підхід до синтезу програми супервізора координатора програми управління ТС і К складної структури. Як приклад, наведена послідовність розв'язання завдання координованого управління СЕЕС при змінах навантаження. Синтезовані алгоритми оптимального управління СЕЕС за умови мінімуму витрати палива та з урахуванням метеорологічних умов плавання, у нормальних і аварійних режимах. Доведена ефективність запропонованих рішень.

У п'ятому розділі автор Шевченко В.А. на прикладі автоматизованої СЕЕС показав, як синтезуються процеси управління нижнього ієрархічного рівня розподіленої системи управління. В розділі наведені особливості синтезу програми супервізора локальних підсистем управління різних ТС і К та запропоновані принципи управління процесами пуску та зупинки розподілених *мікропроцесорних* (МП) систем судових ТС і К та доведено їх ефективність.

Шостий розділ дисертаційної роботи присвячений побудові принципів і синтезу методик ефективного управління процесами синхронізації *генераторних агрегатів* (ГА), які знаходяться у складі розподілених МП систем управління складних ТС і К. Автором поставлено завдання синхронізації і побудовані моделі процесів, баз даних і визначені конфігурації систем. На основі використання результатних функцій автор Шевченко В.А. запропонував опис моделей основних перетворювачів на базі використання принципу відносного руху об'єктів. На прикладі ГА проведено аналіз функціонування елементів управління ТС і К та запропоновано використання інтегральних критеріїв оптимізації і принципів дуального управління. Автор Шевченко В.А. показав практичні способи управління синхронізацією ГА. Розв'язано задачу швидкодіючого управління частотою

синхронізованих об'єктів на основі принципів припасування, що дозволило визначити моменти включення ГА при детермінованій і стохастичній постановці завдання синхронізації з упередженням часу. В розділі наведені результати експериментальних досліджень процесів синхронізації ГА і доведена ефективність запропонованого управління ГА.

У цьому розділі на прикладі управління роботою суднового авто стерна автором Шевченко В.А. наведені можливі варіанти побудови сучасних складних СТС і К, які використовують методи ідентифікації параметрів моделей, класичного (ПД, ПІД), релейного, нейроуправління та принципів частково інваріантного до збурень управління. Автором проведено аналіз структури та принципу дії систем управління курсом судна в умовах періодичних збурюванні. Автор проаналізував осцилограми кладок стерна вантажного судна та визначив їх основні характеристики (амплітуди та періоди основних гармонік кладок стерна). Створена маневрена модель гвинтового надвеликого контейнерного судна, оснащеного напівзбалансованим лопатевим стерном. Для верифікації моделі змодельовані дані порівнялись з даними натурних випробувань де показано, що модельні коефіцієнти не можуть бути обчислені відомими методами і повинні бути скореговані відповідно до оброблених даних випробувань. Автором наведено методику верифікації коефіцієнтів зі спеціально розробленою цільовою функцією.

Автором Шевченко В.А. наведено структуру сучасної системи руху судна за необхідною траєкторією та проведено порівняльне моделювання цього процесу з використанням ПІД-регулятора, нейронного регулятора і нечіткого регулятора. Наведено порівняння різних режимів руху, визначена їх ефективність, де доведено, що нейро-регулятор руху має робастні властивості. При аналізі динаміки запропонованої системи управління показано, що якість стабілізації курсу судна не погіршується, що виключає необхідність додаткового переналаштування.

З аналізу результатів математичного моделювання запропонованої частково-інваріантної до збурень системи стабілізації курсового куту морського судна визначено, що нова система ефективно пригнічує вітро-хвильові збурення на корпус судна. За допомогою розрахункового прикладу встановлено, що при умові компенсації результуючого збурення на судно, з використанням класичної системи стабілізації «за відхиленням» і ПД «технічно оптимального» регулятора автостернового, максимальне динамічне відхилення від курсу становить $\pm 2^\circ$. При аналогічних умовах навантажень, але з роботою запропонованої частково-інваріантної до збурень системи стабілізації курсу, максимальне динамічне відхилення близько до $0,35^\circ$. З детального аналізу запропонованих систем визначено, що більш ефективна стабілізація курсу судна зумовлена підвищенням швидкодії автостернового за рахунок упередженої дії на стерновий пристрій судна. Автором також визначено, що за рахунок застосування запропонованих вдосконалень системи управління курсом можливо скорочення на 3-4 % витрат ходового часу, збільшення провізної здатності судна і зниження на 3-6 % витрат палива за рейс.

7. Зауваження

Стосовно дисертаційної роботи слід визначити наступні зауваження:

1. Структурно розподіл роботи на розділи автором виконано не завжди вдало. Наприклад, перший і другий розділ дисертації доцільно було об'єднати.
2. На рисунку 5.2 зображено граф стану дизель-генераторної локальної підсистеми управління. Граф описує стани дизель-генератору, серед яких є стан 5 (Синхронізація) та 12 (Синхронізація під навантаженням). У роботі не зазначено яка принципова відмінність цих станів та у яких випадках система переходить у кожний з цих станів.
3. Враховуючи особливості спільності теорії множин, доцільно залишити в переліку методів (стор. 57) тільки істотно різні методи – теоретичні та евристичні методи.
4. Співвідношення (стор. 58) визначає необхідність вирішення багатокритеріальних задач, але в першому розділі автор про це замовчує.
5. Висновок 5 по першому розділу не обґрунтований.
6. У підрозділі 6.2.4 наведені критерії оптимальності при управлінні синхронізацією дизель-генераторів у стохастичних та детермінованих умовах, але не зазначено, які саме критерії матимуть найвищий пріоритет в залежності від умов.
7. Неясно подання інформації (стор. 96, рис. 2.9). Можливо попередні розділи автору можна було викласти на такому рівні.
8. У висновках до розділу 2 (п.2) згадується ергономіка, але взагалі в роботі ця згадка декларативно.
9. У розділі 6.4, рисунку 6.11, наведено блок-схема задіяних у експерименті елементів фізичної моделі суднової автоматизованої електроенергетичної системи. З блок-схеми незрозуміло які саме компоненти відповідали двом рівням розробленої у розділах 4, 5 дворівневої розподіленої системи управління СЕЕС.
10. Алгоритм вимірювання параметрів мережі орієнтований на відсутність перешкод і ідеальну форму струму, але на практиці таке не досягається.
11. У дослідженні, сторінка 249, описано результати експериментальних досліджень з управління синхронізацією у стохастичних умовах. На жаль спосіб реалізації та параметри стохастичних збурювальних впливів описані поверхнево та детально не розкриті.
12. Модель Номото достатньо відома (Nomoto K., Taguchi T., Honda K., Hirano S. On steering qualities of ships. JSP. 1957. N 35. P. 56-64.), але більш доцільно використовувати сучасні моделі, наприклад, моделі у просторі станів.
13. Деякі рисунки, які автор наводить в дисертації, недоречні (рис. 7.10, стор. 269; рис. 7.11, стор. 270).
14. У виразі (стор. 87) для умов існування дворівневої системи кількість дужок невірноважено.
15. Немає розшифровок скорочень на рис. 2.3 (стор. 86). Наприклад, скорочення ПДУ зустрічається тільки на цьому рисунку, а в тексті дисертації не зустрічається взагалі.

Незважаючи на вказані зауваження, здійснені в дисертаційній роботі дослідження є новими, змістовними і корисними.

8. Результуючі висновки

Тема і зміст дисертації Шевченка Валерія Анатолійовича відповідають паспорту спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Вважаю, що в цілому дисертаційна робота Шевченка В.А. є завершеним науковим дослідженням і містить нові науково обґрунтовані результати і положення, що є суттєвим внеском у галузь експлуатації суден, у галузь удосконалення управління технічними системами та комплексами розробки математичних моделей і методів моделювання об'єктів і підсистем автоматизованих систем керування. Отримані наукові результати мають важливе значення для розв'язання практичних задач державного рівня.

Автореферат оформлений згідно діючих вимог, які висуваються до докторських дисертацій, повністю розкриває суть дисертації, коректно описує одержані наукові результати та висновки дисертаційної роботи.

Зроблені зауваження принципово не знижують високого наукового і практичного рівня дисертаційної роботи.

Дисертація «Удосконалення управління технічними системами та комплексами при експлуатації судна», що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту відповідає вимогам пунктів 10, 12, 14 «Порядку присудження наукових ступенів» (постанова КМУ № 567 від 24.07.2013р.) щодо докторських дисертацій, а її автор – Шевченко Валерій Анатолійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент, доктор технічних наук, завідувач кафедри експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики Херсонської державної морської академії Міністерства освіти і науки України, професор

Сергій РОЖКОВ

«Підпис Рожкова С.О. засвідчую»
в.о. ученого секретаря Вченої ради
Херсонської державної морської
академії к.п.н., доцент



Марьяна БАБИШЕНА