

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Голубевої Світлани Михайлівни на тему: «Оптимізація управління гребною дизель-електричною установкою морських суден за критерієм втрат енергії», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 Морський та внутрішній водний транспорт

За результатами публічної презентації результатів дисертаційної роботи на тему: «Оптимізація управління гребною дизель-електричною установкою морських суден за критерієм втрат енергії», виконаної здобувачкою кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту. Голубевою Світланою Михайлівною на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 Морський та внутрішній водний транспорт, що відбулася на розширеному засіданні кафедри суднових енергетичних установок, допоміжних механізмів суден та їх експлуатації Державного університету інфраструктури та технологій (протокол № 7 від 11.02.2025 р.) та основі вивчення та аналізу наукових публікацій здобувачки, дійшли такого висновку:

Науковий рівень дисертації відповідає чинним вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, наукова новизна полягає в удосконаленні динамічної моделі гребної дизель-електричної установки з уніполярними машинами, та методі оптимального управління гребною дизель-електричною установкою, який, на відміну від існуючих, враховує вплив на магнітні потоки уніполярних машин та подачу палива до теплового двигуна для підвищення енергетичної ефективності., а також у подальшому розвитку методу компонування та топології електрообладнання гребних електричних установок, що дозволило обґрунтувати перспективний обрис судна.

Актуальність теми дослідження. На теперішній час при побудові суднових електроенергетичних систем (СЕЕС) набувають широкого застосування єдині СЕЕС. Єдині СЕЕС поєднують у собі значну сукупність електротехнічних пристроїв, що функціонально можна розділити на пристрої, які забезпечують електроенергією власні потреби судна та системи, які забезпечують рух та називаються гребними електричними установками (ГЕУ). При цьому потужність, що витрачається на власні потреби судна, досить мала, і знаходиться в діапазоні 10..20% у порівнянні з потужністю, переданої на забезпечення руху. У той самий час ГЕУ мають ряд переваг при порівнянні установок з механічною передачею енергії від теплового двигуна через валопровід до гвинта, зокрема, при регулюванні швидкості гвинта і маневруванні судна. Тому ГЕУ знаходять усе більше поширення і використання в якості рушійного комплексу судна.

Тенденція застосування електрорушійного комплексу (ЕРК) особливо яскраво проглядається при будівництві або модернізації в класі суден спеціального призначення. Даний тип суден відрізняється підвищеними вимогами до ходових якостей судна і маневрування. При цьому тільки ГЕУ забезпечує всі необхідні експлуатаційні характеристики.

Питанням проектування та експлуатаційних характеристик суден із ЕРК

приділяється велика увага. Побудовою перспективних ЕРК суден, їх розвитком та удосконаленням займаються провідні суднобудівні країни: Англія, Австралія, Італія, Канада, Голландія, Німеччина, США, Фінляндія, Франція, Японія. ЕРК суден широко застосовується у військово-морських силах країни світу, при організації льодового плавання, буксирних суднах та на деяких типах рибпромислових суден.

Важливим завданням при проектуванні ГЕУ є забезпечення її високої енергоефективності (ЕЕ) й енергозбереження (ЕЗ). Підвищення ЕЕ та збільшення ЕЗ є пріоритетним напрямками технічної політики в суднобудуванні. На світовому рівні підвищенням ЕЕ суден займається Міжнародна морська організація (ІМО – International Maritime Organization). У рамках роботи цієї організації була прийнята резолюція про розробку методології опису ефективності судна з погляду скорочення викидів парникових газів за допомогою прийняття технічних та експлуатаційних заходів. Таким чином, розроблення перспективного методу управління ГЕУ з метою підвищення ЕЕ та ЕЗ є *актуальним науковим завданням*.

Мета і завдання дослідження. *Метою роботи* є підвищення енергоефективності гребної дизель-електричної установки за рахунок оптимального управління за критерієм втрат енергії при передачі її від теплового двигуна до гвинта шляхом впливу на магнітні потоки уніполярних машин і подачі палива до теплового двигуна.

Для досягнення поставленої мети були вирішені такі *часткові наукові завдання дослідження*:

1) проведено аналіз основних розробок та привести основні схеми побудови силових ланцюгів для систем постійного, постійно-змінного та змінно-змінного струмів;

2) розроблено метод розрахунку систем автоматичного управління з регулюванням параметрів;

3) розроблено математичну модель ГЕУ з уніполярними машинами;

4) розроблено метод оптимального управління ГЕУ шляхом впливу на магнітні потоки уніполярних машин і подачі палива до теплового двигуна;

5) виконано синтез регуляторів оптимального управління ГЕУ з уніполярними машинами;

6) доведено ефективність застосування оптимального управління ГЕУ з уніполярними машинами.

За *об'єкт дослідження* розглядається гребна дизель-електрична установка з уніполярними машинами.

Предметом дослідження є електромагнітні та електромеханічні процеси при передаванні енергії від первинного теплового двигуна та створення рушійного моменту на валу гребного електродвигуна.

Поставлені у дисертаційній роботі завдання вирішені із використанням інструментарію теорій автоматичного й оптимального управління, динамічних систем, електричних ланцюгів, магнітних ланцюгів, електричних машин.

Наукова новизна отриманих результатів дисертації полягає в такому:

1. *Удосконалено динамічну модель* гребної дизель-електричної установки з уніполярними машинами, яка, на відміну від існуючих, враховує наявність трьох керуючих контурів, які формують магнітні потоки генератора, гребного електродвигуна, швидкість обертання дизеля та одну керуючу (вихідну) змінну,

швидкість обертання гвинта, що дозволяє виконати синтез регуляторів контурів управління із заданими динамічними характеристиками.

2. Удосконалено метод оптимального управління гребною дизель-електричною установкою, який, на відміну від існуючих, враховує вплив на магнітні потоки уніполярних машин та подачу палива до теплового двигуна для підвищення енергетичної ефективності.

3. Отримав подальший розвиток метод компоновання та топології електрообладнання гребних електричних установок, що дозволило обґрунтувати перспективний обрис судна.

Практична значимість Практичне значення отриманих результатів полягає у зменшенні втрат енергії при передачі її від теплового двигуна до гвинта за рахунок енергозберігаючого оптимального управління шляхом впливу на магнітні потоки уніполярних машин та подачу палива до теплового двигуна.

Проведено синтез оптимальних регуляторів та імітаційне моделювання паралельно за двома системами. У першій системі з класичним роздільним управлінням гребною дизель-електричною установкою з уніполярними машинами управління вироблялося по одній змінній, а інші змінні контурів підтримувалися на номінальних значеннях. У другій системі з оптимальним управлінням за критерієм мінімуму втрат енергії в каналі її перетворення від двигуна до рушія (гвинта) всі змінні управління підтримувалися на оптимальному рівні, а перехід від одного оптимального стану до іншого відбувався за оптимальними динамічними характеристиками. За результатами імітаційного моделювання доведено, що в залежності від режимів роботи судна зменшення енерговитрат склало від 5% до 13%.

Запропоновані теоретичні методи мають високий ступінь готовності до використання і доведені до практичної реалізації. Застосування розроблених методів дозволяє отримати систему оптимального управління гребною дизель-електричною установкою шляхом впливу на магнітні потоки уніполярних машин і подачу палива до теплового двигуна; побудовані регулятори, що згладжують вхідний сигнал, а перерегулювання знижується до 8,1%.

Основні результати досліджень доцільно використовувати при розробці технологій синтезу енергоефективних систем управління гребною дизель-електричною установкою; у науково-дослідних організаціях – для зменшення втрат енергії при передачі її від теплового двигуна до гвинта за рахунок впливу на магнітні потоки уніполярних машин і подачу палива до теплового двигуна; у вищих навчальних закладах – для вдосконалення системи підготовки фахівців зі спеціальності морський та внутрішній водний транспорт.

Методи дослідження. При вирішенні поставлених у дисертаційній роботі завдань використовувалися інструментарій теорії автоматичного й оптимального управління, динамічних систем, електричних ланцюгів, магнітних ланцюгів, електричних машин.

При дослідженні застосований математичний апарат векторного та матричного обчислення, методів прикладної математики й оптимізації. Аналіз математичних моделей, чисельна та графічна реалізація виконані з використанням ЕОМ із застосуванням пакетів математичного програмного забезпечення Simulink (додаток MatLab), MathCAD, Maple.

Особистий внесок здобувача. Результати дисертаційної роботи, які виносяться на захист, отримано особисто авторкою або за її безпосередньої участі.

Апробація результатів роботи. Основні результати дисертаційної роботи доповідались та отримали позитивну оцінку на:

1. III, IV, V Міжнародна науково-практична конференція «Дніпровські читання», Київ: КІВТ. 2022, 2023, 2024 р.р.

2. 8th International Conference on Energy Smart Systems (IEEE ESS), Kiev, Ukraine. 2022. (Scopus).

3. IV Всеукраїнська науково-технічна інтернет-конференція, Київ: КІЗТ. 17-18 листопада 2022р.

4. Міжнародна мультидисциплінарна науково-практична інтернет-конференція молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців «Сучасна наука: Інновації та перспективи», м. Київ: СГУ ім. В. Даля. 6-7 квітня 2023 р.

5. 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine. 27-30 September, 2023. (Scopus).

6. XIX International Scientific and Practical Conference «Creative Business Management and Implementation of New Ideas». Tallinn, Estonia. 14-17 May, 2024.

7. Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми сталого розвитку морської галузі (PSDMI)». Одеса: ХДМА. 28-29 листопада 2024 р.

Публікації. Відповідно до теми дисертаційної роботи опубліковано: 8 наукових статей в українських виданнях, які входять до затвердженого МОН України переліку наукових фахових видань та 3 публікації у матеріалах доповідей конференцій, які додатково відображають результати роботи.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації містить 148 сторінок друкованого комп'ютерного тексту. Основний зміст дисертаційної роботи викладено на 109 сторінках. Робота містить 48 рисунків, список використаних джерел із 124 найменувань, що розміщено на 14 сторінках, 2 додатки на 5 сторінках..

Список публікацій здобувача за темою дисертації:

Статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України:

1. Голубева С.М., Юрченко Є.М. Дослідження технологічних варіантів побудови електричних силових установок на водному транспорті // Водний транспорт. 2025. №1 (42). С. 156-165. doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.19

2. Голубева С.М., Бойко С.О., Метод оптимального управління гребною дизель-електричною установкою // Водний транспорт. 2024. №3(41). С. 167-178. <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2024.3.41.19>

<https://vt.duit.in.ua/index.php/home/article/view/382>

3. Голубева С.М., Гороховська О.К. Динамічна модель гребної дизель-електричної установки з уніполярними машинами // Вісник Приазовського Державного Технічного Університету. 2024. №2(49). С. 148-158. <https://doi.org/10.31498/2225-6733.49.2.2024.321378>

https://journals.uran.ua/vestnikpgtu_tech/article/view/321378

4. Голубева С.М., Тараненко С.В., Кириченко О.О та ін. Термоелектричні модулі з компенсованими комутаційними пластинами для пристроїв суднової

енергетики // Водний транспорт. 2023. № 1(37). С. 201-213.
<https://doi.org/10.33298/2226-8553.2023.1.37.23>

<https://vt.duit.in.ua/index.php/home/article/view/270>

5. Голубева С.М., Морнева М.О., Пастух О.В. Застосування енергозберігаючих та природоохоронних технологій на водному транспорті // Наукові вісті Далівського університету. 2023. № 24. <https://doi.org/10.33216/2222-3428-2023-24-4>

<https://nvdu.snu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/06/2023-24-6.pdf>

6. Голубева С.М., Тараненко С.В. Аналіз показників надійності суднових електродвигунів, що використовуються у сучасному судновому обладнанні // Водний транспорт. 2021. № 2(33). С. 5-12. doi.org/10.33298/2226-8553/2021.2.33.01

<https://vt.duit.in.ua/index.php/home/article/view/165>

7. Голубева С.М., Тараненко С.В., Кириченко О.С., Колесник В.В. та ін. Моделювання стаціонарного теплового поля струмопровідних шин суднових ГРЩ // Водний транспорт. 2021. № 3(34). С. 13-21. doi.org/10.33298/2226-8553/2021.3.34.02

<https://vt.duit.in.ua/index.php/home/article/view/184>

8. Губаревич О.В., Голубева С.М. Аналіз методів діагностики технічного стану ізоляції асинхронних двигунів // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Т.1. №21 С. 55-63.

Наукові публікації у виданнях, що індексуються у наукометричній базі Scopus:

9. Golubieva S., Gubarevych O., Melkonova I. Comparison of the results of simulation modeling of an asynchronous electric motor with the calculated electrodynamic and energy characteristics // Przegląd Elektrotechniczny. 2022. № 98(10). P. 61-66. doi 10.15199/48.2022.10.11

<https://sigma-not.pl/publikacja-139655-2022-10.html>

10. Gubarevych O., Goolak S., Golubieva S. Systematization and selection of diagnosing methods for the stator windings insulation of induction motors // Revue Roumane Des Sciences Techniques. Électrotechn. et Énerg. 2022. № 67(4). P. 445-450.

<https://journal.iem.pub.ro/rrst-ee/article/view/175>

Опубліковані праці апробаційного характеру:

11. Голубева С.М. Динамічна модель гребної дизель-електричної установки. // Проблеми сталого розвитку морської галузі: зб. матеріалів IV міжн. наук. - практ. конф., 28-29 листопада 2024 р., м. Одеса, 2024. С. 181-184.

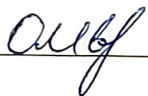
12. Golubieva, S., Morneva, M., Deuschle, I. Increase in the efficiency of controlling marine electric engines by optimizing their control systems // 2022 IEEE 8th International Conference on Energy Smart Systems (ESS). 2022. P. 204-211. doi: 10.1109/ESS57819.2022.9969335 (Scopus).

13. Голубева С.М., Тараненко С.В., Кириченко О.С., Колесник В.В., Пріступа С.В., Пастух О.В. Суднова пропульсивна установка з частотним керуванням гребними електродвигунами // Дніпровські читання-2024: зб. тез V міжн. наук. - практ. конф. 5 грудня 2024 р., м. Київ, 2024. С. 108-110.

За актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Голубевої Світлани Михайлівни відповідає спеціальності 271 «Морський та внутрішній водний транспорт» та вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261, Вимогам до оформлення дисертації, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2017 року № 40, Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

Рекомендувати дисертацію Голубевої Світлани Михайлівни на тему «Оптимізація управління гребною дизель-електричною установкою морських суден за критерієм втрат енергії» до захисту на здобуття ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт».

Головуюча на засіданні
Завідувачка кафедри суднових
енергетичних установок,
допоміжних механізмів суден
та їх експлуатації,
к.т.н., доцент



Ольга МЕЛЬНИК

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
Підпис: *Мельник О.*
Засвідчує: *М. Іншегіт*

Р. Гурман

