

**Рішення спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії**

Спеціалізована вчена рада ДФ 38.060.017 Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова Міністерства освіти і науки України, м. Миколаїв прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 14 – Електрична інженерія на підставі прилюдного захисту дисертації на тему «Зниження високочастотних кондуктивних електромагнітних завад в пропульсивних електроустановках суден з частотно-регульованими асинхронними електроприводами» за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

«11» серпня 2025 р.

Козлов Максим Олегович, 1997 року народження, громадянин України, вища освіта: закінчив у 2020 р. магістратуру у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова за спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», у 2025 р. закінчив аспірантуру у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова.

Дисертацію виконано у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова Міністерства освіти і науки України, м. Миколаїв.

Науковий керівник – Жук Дмитро Олександрович, доктор технічних наук, доцент, директор Навчально-наукового Інституту автоматики та електротехніки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

Здобувач має 10 наукових публікацій за темою дисертації, з них 3 статті у наукових періодичних виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних та 1 стаття у науковому фаховому виданні із переліку МОН України:

1. Zhuk D., Zhuk O., Kozlov M., Stepenko S. Evaluation of Electric Power Quality in the Ship-Integrated Electrical Power System with a Main DC Bus and Power Semiconductor Electric Drives as Part of the Electric Propulsion Complex. *Energies*. 2023. 16(7):2961. <https://doi.org/10.3390/en16072961> (індексується у наукометричних базах Scopus та Web of Science, квартиль Q1).

2. Katarzyna Markowska, Dmytro Zhuk, Oleksandr Zhuk, Maksym Kozlov, Serhii Stepenko, Viktor Voskobenko, Kinga Stecuła, Oleksandr Miroshnyk, Taras Shchur. Analysis and improvement of power quality in the onboard electrical power systems within a self-propelled floating crane. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Volume 161, 2024, 110179. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2024.110179> (індексується у наукометричних базах Scopus та Web of Science, квартиль Q1).

3. Жук Д.О, Жук О.К, Козлов М.О. Удосконалення засобів забезпечення якості електроенергії в суднових ЕЕС з напівпровідниковими пропульсивними комплексами. Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. Вип. 68, Вересень 2024, с. 029. <https://doi.org/10.15407/publishing2024.68.029> (входить до переліку наукових фахових видань України).

4. Zhuk D., Zhuk O., Stepenko S., Chorny O., Al-Suod M.M.S., Kozlov M. Modeling of Ship Power Systems with Semiconductor Propulsion Complexes and Advanced Power Quality Assurance Tools. In: Kazymyr, V., et al. Mathematical Modeling and Simulation of Systems. MODS 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1391. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-90735-7_33 (індексується у наукометричних базах Scopus та Web of Science, кuartиль Q4).

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради:

Рябенський Володимир Михайлович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Без зауважень.

Обрубів Андрій Валерійович — доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри суднових електроенергетичних систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, оцінка позитивна із зауваженнями:

1. Наукова новизна ліпше сприймається, коли спочатку йдуть більш значимі результати, наприклад, ті, що запропоновано вперше, розроблено новими тощо, а потім йдуть ті результати, які поліпшують існуючі досягнення або розширюють якісь попередні результати.

2. В тексті використовуються терміни передатна і передавальна функція.

3. Оглядова частина роботи розподілена на підрозділи 1.3-1.5 і 3.1. На мій погляд доцільно було присвятити тільки перший розділ роботи аналізу електромагнітних завад, їхній класифікації та існуючим методам і засобам зниження завад. Тоді подальші розділи вже за логікою дисертації демонструють доробки і результати здобувача у вирішенні поставленої проблеми.

4. Графічні залежності повного опору уточненої еквівалентної схеми фази статора асинхронного двигуна на рис.2.5, 2.6, 2.9 отримано за допомогою числового моделювання в середовищі MATLAB. Для підвищення наукової цінності та відтворюваності результатів доцільно було б також навести аналітичні вирази для математичного обчислення цих залежностей.

5. Зміст дисертації сприймається легше, якщо в перелік позначень винесено ще специфічні терміни з короткими поясненнями, наприклад, такий термін, як у третьому розділі «синфазна напруга» або «синфазні напруги».

6. У четвертому розділі подано опис лабораторного стенду та схему проведення експериментальних досліджень. Однак для підвищення наочності та

кращого сприйняття матеріалу доцільно було б додати фотографію або ескіз стенду з позначенням основних його елементів.

7. Оцінка ефективності комбінованого пасивного фільтра проводилася лише в умовах статичного режиму роботи електропривода. Проте корисно було б оцінити також вплив фільтра на динаміку системи «перетворювач-двигун» при запуску і зупинці двигуна, а також при змінах механічного навантаження.

Ушкаренко Олександр Олегович — доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, оцінка позитивна із зауваженнями:

1. У пункті 1 наукової новизни доцільно було б уточнити, для яких саме частотних діапазонів або категорій електродвигунів та перетворювачів частоти є актуальними запропоновані вдосконалення, оскільки вплив паразитних ємностей істотно змінюється залежно від частоти та конструктивних особливостей елементів. Крім того, не зовсім ясно, у якому форматі представлено розроблену модель — йдеться про суто аналітичну побудову чи про реалізовану в програмному середовищі імітаційну схему.

2. Щодо пункту 4 наукової новизни, то незрозуміло, в чому саме полягає «нова структура», адже опис структури містить загальні поняття — синфазний трансформатор, RLC-фільтр, які вже давно використовуються. Потрібно більш чітко визначити елементи новизни, наприклад, спосіб з'єднання, структуру обмоток, форму компенсації тощо. Крім того, для високочастотних завад важливо зазначати, у якому діапазоні частот спостерігається ефективне пригнічення. Також стверджується, що фільтр дозволяє «повною мірою» знижувати завади — це формулювання надано без кількісного підтвердження.

3. У першому пункті "Практичне значення одержаних результатів" на стор. 27 зазначено удосконалення методики визначення власних і паразитних параметрів силових кабельних ліній у складі пропульсивних частотно-регульованих асинхронних електроприводів, проте не вказано конкретно, яке практичне значення це має для реальних застосувань. Було б доцільним пояснити, як отримані результати можуть впливати на покращення ефективності роботи електроприводів, зниження електромагнітних завад, підвищення надійності та економічної ефективності систем або іншими аспектами практичного застосування. Це дозволило б чітко визначити реальну практичну користь від запропонованої методики у промислових умовах.

4. Запропонований пункт 2 у "Практичне значення одержаних результатів" щодо методики експериментального дослідження гармонічних спотворень у високочастотному діапазоні (до 125 кГц) використовує поєднання цифрового осцилографа та програмного забезпечення MATLAB/Simulink для спектрального аналізу. Однак такі інструменти та підходи є загальнодоступними і вже використовуються в галузі для подібних досліджень. Це скоріше є поєднанням

існуючих інструментів (осцилограф і MATLAB/Simulink), а не принципово новим підходом. Важливо чітко визначити, чим саме ця методика відрізняється від вже існуючих, і як вона дозволяє досягти нових результатів або підвищити точність досліджень порівняно з традиційними методами, адже використання осцилографа замість аналізатора якості електроенергії важко назвати методикою.

5. У розділі 1, п. 1.2 присвяченому показникам якості електроенергії, надано надмірно докладний виклад матеріалу стандарту (стор. 33-37), включно з формулами, які без змін дублюють положення відповідного нормативного документа. Такий обсяг викладення є зайвим, оскільки ці дані не є результатом авторського дослідження. Доцільніше було б обмежитися коротким описом з відповідним посиланням на стандарт. Це дозволило б уникнути перевантаження роботи другорядною інформацією, зменшити надмірний обсяг PhD дисертації у 213 сторінок, та зосередитися на власних наукових результатах.

6. У тексті дисертації для окремих формул відсутнє розшифрування позначень використаних у них символів і параметрів: (1.26) – тв.ном, тннт.ном; (2.3) – η_n . Це ускладнює розуміння і правильну інтерпретацію наведених результатів. Усі символи, що використовуються у формулі, мають бути однозначно пояснені безпосередньо після неї або в супровідному тексті.

7. У висновках на стор. 177 допущена помилка в нумерації пунктів (двічі використано номер 3). Це ускладнює логічне зіставлення з відповідними пунктами постановки завдань дослідження, наведених у вступі, та порушує структурну узгодженість. Також є незначні розбіжності у формулюваннях. Наприклад, у п.3 завдань (плану) дослідження зазначено «розробити аналітичні вирази...», а у відповідному пункті висновків «були розвинуті аналітичні вирази...»; п.5 завдань дослідження сформульований як «розробити методику...», а у відповідному пункті висновків зазначено «удосконалено методику...»; експериментальна методика (п.9) у плані описана окремо, а у висновках вона охоплює одразу два пункти (п.9 і п.10). Таким чином, наявна деяка стилістична й структурна розбалансованість між планом і висновками, а також розширене трактування окремих результатів у висновках без відображення їх у формальному плані роботи.

8. Список використаних джерел у роботі подано у порядку появи в тексті, тоді як відповідно до загальноприйнятих вимог (зокрема, ДСТУ 8302:2015), бібліографічні записи в дисертаціях, як правило, наводяться в алфавітному порядку. Можливо через це у переліку використаних джерел зустрічаються дублювання посилань, а саме [1] та [32], [2] та [33], а також [3], [34] та [48].

9. У кінці кожного розділу дисертації доцільно було б наводити перелік власних публікацій здобувача, у яких висвітлено основні результати, викладені в цьому розділі. Це дозволило б простежити, в яких саме наукових працях здійснювалась апробація відповідних положень, а також які результати вже отримали фахову оцінку через рецензування у наукових виданнях. Це полегшило

б ідентифікацію наукової новизни кожної частини. Відсутність таких посилань ускладнює оцінювання ступеня апробації результатів у межах дисертації.

10. У тексті дисертаційної роботи в ряді фрагментів використовуються формулювання, що містять ознаки суб'єктивної оцінки результатів моделювання та експериментальних досліджень, зокрема такі: «суттєвий вплив» (стор. 48); «мінімальної кількості експериментальних вимірювань» (стор. 62); «досить точно», «незначні відмінності», «очікується, що модель вищого порядку може покращити», «методологія буде більш складною» (стор. 79); «засвідчує високий рівень відповідності», «явище розтікання спектру виражене слабше» (стор. 141) тощо. Подібні вирази створюють враження невизначеності та потребують додаткового кількісного обґрунтування. Науковий стиль дисертації передбачає чітке і об'єктивне представлення результатів, підкріплене порівняльними таблицями, метриками точності, графіками похибок або інтервалами невизначеності.

Бушер Віктор Володимирович — доктор технічних наук, професор, професор кафедри електричної інженерії та електротехніки Національного університету «Одеська морська академія», оцінка позитивна із зауваженнями:

1. В параграфі 1.5 надано велику кількість формул для розрахунків втрат від високочастотних завад, але в більшості випадків не наведено будь-яких результатів розрахунків, співвідношень з номінальною потужністю електропривода.

2. С. 50 — є протиріччя між анотацією та першим абзацом з визначення джерела синфазної напруги. Вказано, що швидкість наростання dU/dt обумовлює і диференційні і синфазні завади.

3. У розділі 2 надано чисельну кількість характеристик, параметрів асинхронного двигуна і частотно-регульованого електропривода, але немає паспортних характеристик, що не дає змогу порівняти розроблені автором моделі з типовими. Рис. 2.13 не дає відповідь на це питання, так як його аналіз обмежується характеристиками «досить точно», «близькі до вимірних значень».

3. В той же час параграфи 2.3 і 2.4 обмежено тільки формулами без розрахунків і моделювання, що не дає можливості оцінити доцільність ускладнення моделей.

4. СС. 108–110 — відсутнє обґрунтування або посилання на нього переходу від схеми на рис. 3.6 до еквівалентної схеми на рис. 3.7 для аналізу синфазного режиму.

5. СС.120–121 — пп.1–3 висновків до розділу 3 не відносяться до власних досліджень автора і не вплинули на рішення задач дисертаційної роботи.

6. С.124 — в табл.4.1 наведено всі стандарти методів вимірювання. Доцільніше було б навести ті стандарти, яким відповідають використані прилади і якими користувався автор під час експериментальних досліджень.

7. Цифровий осцилограф SDS1102CMI має один АЦП і тому виконує послідовну вибірку даних. З опису скриптів не зрозуміло, чи враховує автор цю особливість пристрою для розрахунку диференційних складових.

8. С.172 – в табл. 4.5 невдало поєднано результати фізичних експериментів та імітаційного моделювання. З тексту 4-го розділу випливає, що диференційний і комбінований фільтри використовувались лише при імітаційному моделюванні.

Бялобржеський Олексій Володимирович — кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електротехніки Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, оцінка позитивна із зауваженнями:

1. Наукова новизна №2. Термін «фаза статора» не зрозумілий, мається на увазі заступної схеми фази статора? Певним чином виключаються електромагнітні зв'язки з іншими фазами та ротором, що ймовірно має значення.

2. Наукова новизна №3. Термін «фазовий зсув повного опору» не відомий, ймовірно мова про зсув початкових фаз струму та напруги, або «аргумент функції повного опору».

3. Практичне значення №2. Виникає питання щодо розповсюдження завад у діапазоні 2,2-125кГц з урахуванням фільтруючих властивостей ліній та трансформаторів.

4. Практичне значення №3. Не зрозуміло, що представляє собою обробка даних в MATLAB Simulink.

5. РОЗДІЛ 1. Стр. 53. Нумерація рисунку спочатку 1.5. потім чомусь 1.6., хоча вочевидь мова йде про 1.5. Розповідаючи про наслідки дії синфазних напруг та струмів автор не наводить жодного доказу реєстрації чи фіксації зазначених самих параметрів. Рівно ймовірно зазначені наслідки могли бути викликані перевантаженнями чи вібраціями механічної частини машин та ін.

6. РОЗДІЛ 2. Стр. 60. Автор вводить у формулі (2.3) «номінальний опір фазної обмотки статора», але зважаючи на формулу визначення цього параметра через напругу та струм статора очевидно, що цей показник враховує також і відповідні опори ротора, розуміючи безумовно під R_n - номінальну потужність двигуна. Таким чином коректніше використовувати «модуль номінального опору фази АД». Додатково слід зазначити, що в такому вигляді це лише модуль повного опору фази двигуна, в той же час аргумент цього опору не визначається.

7. РОЗДІЛ 2. Стр. 68. Вирази (2.8 та 2.9) вочевидь припускають, що в зазначених точках частотної характеристики модуль повного опору Z дорівнює виключно ємнісному опору X_c , що на перший погляд не очевидно. Ймовірно при цьому слід було спиратись на значення аргументу повного опору (фазу) у відповідному режимі. Надалі автор також не приділяє суттєвої уваги фазочастотним характеристикам.

8. РОЗДІЛ 3. Стр. 108. Автор не характеризує синфазний трансформатор, який вочевидь має особливості конструкції схожі з трансформатором струму, з урахуванням навантажувальної здатності обмоток, відповідного класу ізоляції, а

також ймовірних несиметричних замикань в колах двигуна, які ймовірно матимуть значний вплив на магнітну систему та обмотки.

9. РОЗДІЛ 3. Стр. 112 - 113. За умови реалізації досить цікавого прийому еквівалентизації схеми заміщення пропонованого фільтра рис.3.9. автор використовує аналогію між Г-подібною схемою чотирьохполюсника з двома магнітопов'язаними котушками індуктивності, та Т-подібною схемою чотирьохполюсника рис.3.9., але на останній схемі в паралельній гілці наявні резистор та конденсатор. Виникає питання що до коректності такої еквівалентизації.

10. РОЗДІЛ 3. Стр. 121. Висновок 6. «Розроблено нову математичну модель комбінованого пасивного фільтра шляхом застосування еквівалентних перетворень, заснованих на теоремі Тевеніна та теорії двополюсників», але термін «двополюсник» в розділі не згадується за виключенням «Т-подібного кола двополюсної мережі», яке (коло) у загальному випадку є чотирьохполюсником. Такий підхід певним чином спантеличує. Нажаль автор не навів частотних характеристик пропонованого технічного рішення, що вкрай важливо для фільтруючих пристроїв.

11. РОЗДІЛ 4. П.4.3. переобтяжений часовими діаграмами та спектрограмами які автор характеризує групами, частину з них можна було винести у додаток.

Результати голосування:

"За" - 5 членів ради,

"Проти" – немає.

Разова спеціалізована вчена рада ДФ 38.060.017 Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова ухвалила:

1. Дисертація Козлова Максима Олеговича “Зниження високочастотних кондуктивних електромагнітних завад в пропульсивних електроустановках суден з частотно-регульованими асинхронними електроприводами” є завершеною науковою працею, в якій розв’язано конкретне наукове завдання – зниження високочастотних кондуктивних електромагнітних завад в пропульсивних електроустановках суден з частотно-регульованими асинхронними електроприводами на базі перетворювачів частоти з ШІМ автономними інверторами напруги, шляхом використання нової структури комбінованого пасивного фільтра диференційних та синфазних складових завад, що має важливе значення для галузі знань 14 – Електрична інженерія, а саме спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

2. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. “Про затвердження вимог до оформлення дисертації”, Постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р. “Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової

спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії” (із змінами внесеними згідно з Постановами КМ № 341 від 21.03.2022, № 502 від 19.05.2023, № 507 від 03.05.2024).

3. Присудити Козлову Максиму Олеговичу ступінь доктора філософії з галузі знань 14 – Електрична інженерія за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

4. Рішення спеціалізованої вченої ради ДФ 38.060.017 затвердити.

На підставі результатів відкритого голосування та прийнятого рішення спеціалізована вчена рада ДФ 38.060.017 присуджує Козлову Максиму Олеговичу ступінь доктора філософії з галузі знань 14 – Електрична інженерія за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Голова спеціалізованої
вченої ради, д-р. техн. наук,
професор, завідувач кафедри
програмованої електроніки,
електротехніки і телекомунікацій



Рябенський В.М.

Підпис В. М. Рябенського засвідчую:
вчений секретар НУК



Уткіна С. А.