

## ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Сороки Вячеслава Володимировича на тему:  
**«Розробка методів діагностики головної енергетичної установки засобів водного транспорту на основі вібраційного аналізу»**  
поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 Морський та внутрішній водний транспорт

За результатами публічної презентації результатів дисертаційної роботи на тему: «Розробка методів діагностики головної енергетичної установки засобів водного транспорту на основі вібраційного аналізу», виконаної здобувачем кафедри суднових енергетичних установок, допоміжних механізмів суден та їх експлуатації Сорокою Вячеславом Володимировичем 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 № 6 від 11.04.2024 р.) та основі вивчення та аналізу наукових публікацій здобувача, 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 отриманих результатів обумовлена новим рішенням наукового завдання розроблення методів діагностики головної енергетичної установки засобів водного транспорту на основі вібраційного аналізу.

**Актуальність теми дослідження.** Основними методами підвищення надійності і безпеки функціонування суднових енергетичних систем (СЕУ) при їх проектуванні та експлуатації є:

- удосконалення їх конструкції;
- технології виробництва та обслуговування;
- резервування;
- збільшення коефіцієнта запасу;
- контроль працездатності.

Для великих агрегатів у складі СЕУ резервування та підвищення коефіцієнта запасу недоцільне економічно та неможливо через необхідність збільшення маси та габаритів. Отже найважливішим напрямом підвищення надійності та безпеки функціонування таких агрегатів стає оцінка та прогноз їх працездатності під час експлуатації. Для оцінки поточної працездатності СЕУ на суднах традиційно використовуються автоматичні системи централізованого контролю та управління. Їх основним призначенням є оцінка якості виконання СЕУ заданих експлуатаційних режимів. Але дані системи не дозволяють вирішити завдання завчасного прогнозування втрати працездатності найбільш навантажених і схильних до відмови елементів СЕУ – роторних машин, оскільки контрольовані параметри технологічних процесів є або інерційними і не змінюються синхронно з розвитком несправностей, або не реагують на розвиток ряду небезпечних дефектів аж до наступу незворотних наслідків.

Аналіз відомих методів автоматичної обробки вібраційного сигналу та виділених з нього параметрів виявив проблеми їх застосування в судових умовах, що обмежують ефективність діагностування роторних машин СЕУ через властиві їм флуктуації частоти обертання та віброактивності.

Дані методи можуть використовуватись як в інформаційних системах для підтримки прийняття рішень оператором, організації обслуговування за фактичним станом та збору об'єктивної інформації про зміну вібраційної картини в реальних умовах експлуатації, так і в автоматичних системах керування технічними засобами за фактичним станом. Тому розвиток методів автоматичного виділення та обробки вібраційних параметрів з метою підвищення ефективності встановлення діагнозу головної енергетичної установки в складних умовах експлуатації є актуальною темою наукового дослідження.

*Об'єктом дослідження є* процеси експлуатації головної енергетичної установки засобів водного транспорту.

*Предметом дослідження є* методи діагностики головної енергетичної установки засобів водного транспорту на основі вібраційного аналізу.

*Науковим завданням* в дисертаційній роботі визначено розробка методів діагностики головної енергетичної установки засобів водного транспорту на основі вібраційного аналізу.

*Мета роботи* полягає у підвищенні ефективності діагностування елементів головної енергетичної установки водного транспорту з застосуванням методів вібродіагностики.

Часткові наукові завдання дослідження.

1. Провести аналітичний огляд методів та засобів моніторингу та діагностики, що використовують сигнал вібрації, аналіз їх особливостей та проблем застосування в судових умовах.

2. Розробка методу автоматичного виділення діагностичних параметрів різної природи із сигналу вібрації роторних машин за нестабільної частоти обертання їх валів.

3. Розробка методу автоматичної оцінки діагностичної значущості та прогнозу змін параметрів вібрації при нестабільній віброактивності.

4. Розробка методу автоматичного прийняття діагностичних рішень, інваріантного до виду об'єкта контролю та що дозволяє враховувати просторові ознаки дефектів.

5. Апробація запропонованих рішень та розроблення рекомендацій щодо їх впровадження.

**Нові наукові результати.** 1. *Вперше* розроблено метод автоматичної діагностики на основі результатів моніторингу параметрів вібрації різної природи та оцінки діагностичної значущості їх зміни на фоні природних монотонних флуктуацій, який є інваріантним до типу об'єкта діагностування з прив'язкою до конкретного агрегату за допомогою складання конфігураційної матриці.

2. *Удосконалено* метод автоматичної адаптації порогових значень для вирішення завдання своєчасного виявлення зміни технічного стану на фоні характерних для судових умов природних монотонних змін вібраційних параметрів, який, на відміну від існуючих, заснований на організації накопичення усереднених вібродіагностичних параметрів та величин їх зміни у буферах різної

часової тривалості, що дозволяє виявляти та прогнозувати небезпечну зміну технічного стану без необхідності стандартного завищення порогів при нестабільній віброактивності.

3. *Одержав подальший розвиток* метод автоматичної обробки вузькосмугових спектрів, який, на відміну від існуючих, використовує одночасно виміряні в одній точці спектри з різною частотною роздільною здатністю для мінімізації спотворень форми гармонійних складових при нестабільності їх параметрів та дозволяє підвищити точність визначення параметрів слабких гармонійних компонентів, які можуть характеризувати вид та ступінь розвитку небезпечних дефектів, в умовах характерної для суднових умов нестабільності частоти обертання без необхідності використання синхронної з положенням валу вибірки, неефективною або недоступною для багатьох суднових машин.

**Практична значимість** розроблених методів полягає у подальшому удосконаленні системи діагностики головної енергетичної установки засобів водного транспорту на базі розроблених моделей і методів вібраційного аналізу, що дозволяють підвищити ефективність діагностування елементів із застосуванням методів вібродіагностики та обробки сигналів вібрації, а саме:

1. Розроблені методи автоматичного виділення та обробки вібродіагностичних параметрів дозволяють виявляти та прогнозувати зміну технічного стану роторних машин у складних суднових умовах та можуть використовуватись в інформаційних системах діагностики для забезпечення безпеки функціонування та організації обслуговування СЕУ та їх елементів, а також в автоматичних системах управління ними за станом.

2. Метод адаптації порогових значень вирішує завдання своєчасного виявлення та прогнозу зміни технічного стану за наявності природних монотонних різноспрямованих змін контрольованих параметрів вібрації суднових енергетичних установок.

**Методи дослідження.** При вирішенні поставлених завдань використовувалися:

– методи теоретичного та емпіричного дослідження сигналів вібрації різних роторних машин – для розроблення комплексного методу вібродіагностики головної енергетичної установки засобів водного транспорту;

– методи та математичний апарат кореляційної теорії випадкових процесів – для визначення параметрів гармонійних та випадкових компонентів вузькосмугових спектрів;

– методи цифрової обробки сигналів (перетворення Фур'є, перетворення Гілберта, метод Уелша) – для зменшення похибки при обчисленні окремих близько розташованих складових спектрів гармонійних і полігармонійних сигналів;

– методи статистики (регресійний аналіз, критерій найменших квадратів) – для оцінки типових змін для виявлення нетипового зростання діагностичних параметрів процесі контролю технічного стану головної енергетичної установки;

– методи комп'ютерного моделювання – для апробації комплексного методу вібродіагностики, а саме методу автоматичної обробки вузькосмугових спектрів і методу автоматичної адаптації порогових значень;

– математичний апарат теорії матриць – для опису дефектів та формування діагностичної матриці при побудові конфігурації діагностичного модуля.

**Особистий внесок здобувача.** Нові наукові результати дисертації отримані автором особисто. В основних наукових роботах, які написані в співавторстві, здобувачеві належать:

- аналіз основних методів зниження вмісту токсичних компонентів відпрацьованих газів судових дизелів та їх вплив на діагностичні параметри у процесі контролю технічного стану головної енергетичної установки;
- розробка математичної моделі оцінювання змащувальної здатності судових дистилатних палив;
- вдосконалення та інтеграція методів вібродіагностики головної енергетичної установки суден;
- питання практичного застосування методу автоматичної адаптації сигналів вібродіагностики до порогових значень.

**Апробація результатів роботи.** Основні результати роботи доповідалися та були схвалені на 5 міжнародних наукових, науково-технічних і науково-практичних конференціях і симпозиумах, у тому числі: міжнародній науково-технічній конференції *IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, м. Харків (2-6 жовтня 2023 року); *7th International symposium on multidisciplinary studies and innovative technologies (ISMSIT)*, Ankara, Turkiye (26–28 October 2023); *5th International congress on human-computer interaction, optimization and robotic applications (HORA)*, Istanbul, Turkiye (8–10 June 2023); *International symposium on multidisciplinary studies and innovative technologies (ISMSIT)*, Ankara, Turkey (20–22 October 2022); *III Міжнародній науково-практичній конференції «Дніпровські Читання-2022»*, м. Київ (8 грудня 2022 року).

**Публікації.** Основні положення дисертації викладено у 5 публікаціях, крім того 5 – праці, надруковані в збірниках матеріалів міжнародних і регіональних науково-практичних конференцій, в тому числі 4 індексують у Scopus.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації містить 205 сторінки друкованого комп'ютерного тексту. Основний зміст дисертаційної роботи викладено на 182 сторінках. Робота містить 4 таблиць, 51 рисунок, список використаних джерел із 106 найменувань, що розміщено на сторінках 189-202, 2 додатки на 4 сторінках.

#### **Список публікацій здобувача за темою дисертації:**

1. Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1.1. Сорока В. В., Гаталяк М. Я., Мельник О. В. Методи зниження вмісту токсичних компонентів відпрацьованих газів судових дизелів. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. *«Водний транспорт»*. 2021. № 1(32). С. 64–74. URL: <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2021.1.32.08>.

1.2. Сорока В. В. Контроль та оцінювання стану підшипників судового валопроводу. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. *«Водний транспорт»*. 2021. № 3(34). С. 31–38. URL: <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2021.3.34.04>.

1.3. Сорока В. В., Мельник О. В., Довгаль І. І. Математична модель оцінювання змащувальної здатності судових дистилатних палив. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. *«Водний*

транспорт». 2023. № 2(36). С. 120–134. URL: <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2023.2.36.10>.

1.4. Сорока В.В., Мельник О.В. Вібродіагностика головної енергетичної установки суден: вдосконалення та інтеграція методів. *Вісник Приазовського Державного технічного університету*. 2023. № 47. С. 349–359. doi: 10.31498/2225-6733.47.2023.300121

[https://journals.uran.ua/vestnikpgtu\\_tech/article/view/300121/292598](https://journals.uran.ua/vestnikpgtu_tech/article/view/300121/292598).

1.5. Сорока В., Гороховська О.К. Практичне застосування методу автоматичної адаптації сигналів вібродіагностики до порогових значень. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій «Водний транспорт». 2024. №. 39 (1). С. 83–92. doi.org/10.33298/2226-8553.2024.1.39.08 <https://vt.duit.in.ua/index.php/home/article/view/321/278>.

2. Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

2.1. Soroka V., Herasymov S., Milevskyi S., Pohasii S., Yevseiev S. Phase-Modulated signals synthesis method to control information transmission channels. 2023 *IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, Kharkiv, Ukraine, 2–6 October 2023. 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/khpiweek61412.2023.10312859>. (Scopus)

2.2. Soroka V., Herasimov S., Tkachov A., Milevska T., Dunaiev S. Method for assessing meter error characteristics of random signals. 2023 *7th International symposium on multidisciplinary studies and innovative technologies (ISMSIT)*, Ankara, Turkiye, 26–28 October 2023. 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/ismsit58785.2023.10304988> (Scopus).

2.3. Soroka V., Herasimov S., Yevseiev S., Tkachov A., Milevska T., Dunaiev S. Development of a method for digital synthesis of electrical signals with a normalized harmonic coefficient. 2023 *5th International congress on human-computer interaction, optimization and robotic applications (HORA)*, Istanbul, Turkiye, 8–10 June 2023. 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/hora58378.2023.10156678> (Scopus).

2.4. Soroka V., Herasimov S., Yevseiev S., Milevskyi S., Bondarenko K. Development of a method for measuring small nonlinear distortions of periodic electrical signals. 2022 *International symposium on multidisciplinary studies and innovative technologies (ISMSIT)*, Ankara, Turkey, 20–22 October 2022. 2022. URL: <https://doi.org/10.1109/ismsit56059.2022.9932685> (Scopus).

2.5. Сорока В.В., Кукалець Л.М., Гусев В.С., Далаков О.І. Аналіз резерву протизносних властивостей низькосірчистих суднових дистильтних палив. *Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції «Дніпровські Читання-2022»*: матеріали III Міжнар. науково-практ. конф., м. Київ, 8 груд. 2022 р.


За актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Сороки Вячеслава Володимировича 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 Сороки Вячеслава Володимировича на тему «Розробка методів діагностики головної енергетичної установки засобів водного транспорту на основі вібраційного аналізу» до захисту на здобуття ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 271 Морський та внутрішній водний транспорт.

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

 Сергій ПАНОВ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
Підпис:   
Засвідчує: 