

АНОТАЦІЯ

Трофименко А.О. Методи і моделі синтезу малогабаритної контрольної діагностичної апаратури для технічного обслуговування засобів водного транспорту. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 «Річковий та морський транспорт». – Державний університет інфраструктури та технологій, Київ, 2021.

На сьогодні в Україні склалася така ситуація, що головною проблемою засобів водного транспорту є значний моральний і фізичний знос транспортних засобів і портового обладнання. Це пов'язано з тим, що переважна більшість засобів водного транспорту України знаходиться в експлуатації понад (30...40) років. Цей фактор є причиною частих виходів з ладу складових блоків (елементів) засобів водного транспорту. А це, у свою чергу, обумовлює зайві витрати як матеріальних, так часових ресурсів на забезпечення перевезень вантажу та пасажирів річковим і морським транспортом. Крім того, відмова складових блоків (елементів) засобів водного транспорту може привести до катастрофи. Так, наприклад, відмова радіонавігаційного обладнання засобу водного транспорту може бути причиною зіткнення з іншим транспортом або перешкодою. Відмова в системі енергозабезпечення може привести до виходу з ладу всієї сукупності електронних і радіоелектронних приладів, у тому числі засобів сигналізації, радіолокаційного спостереження та зв'язку. Тому законодавство України потребує проведення у визначені терміни технічного контролю засобів водного транспорту.

Для забезпечення безаварійної експлуатації засобів водного транспорту необхідна відповідна система контролю їх технічного стану, яка задовольняє визначеним показникам ефективності. При цьому слід орієнтуватися на

сучасні зразки апаратури контролю – уніфіковану контрольню-діагностичну апаратуру на основі комп'ютерно-вимірювальних систем.

Таким чином, *науково-технічна задача, яка полягає у подальшому розвитку методів і моделей побудови та функціонування малогабаритної контрольню-діагностичної апаратури для комплексної оцінки технічного стану засобів водного транспорту, є актуальною.*

Складна економічна ситуація держави не дозволяє провести заміну засобів водного транспорту, які відпрацювали встановлений гарантійний термін, у тому числі після капітального ремонту, на нові, більш сучасні. Тому операції контролю технічного стану засобів водного транспорту під час їх технічного обслуговування дозволяють підвищити рівень достовірності експлуатації справних засобів. Аналіз результатів дослідження цих питань показує, що більш 35% аварійних ситуацій на воді відбувається з причин, пов'язаних з технічною несправністю засобів водного транспорту. І цей відсоток постійно зростає.

Результати досліджень з питань експлуатації, технічного обслуговування та ремонту засобів водного транспорту представлені у роботах Б.В. Васильєва, В.В. Паніна, С.І. Сербіна, М.М. Цимбала, Д.І. Севаст'єєва, Ю.Г. Дейнего, В.І. Богом'ї, О.М. Тимошук, С.Р. Смирнова та ін. Питання щодо автоматизації процесів контролю технічного стану при проведенні технічного обслуговування засобів водного транспорту при експлуатації розв'язувались у роботах І.О. Мачаліна, М.З. Згуровського, В.Д. Кудрицького, І.П. Атаманюка, В.С. Пугачова, В.М. Глушкова, Р.А. Варбанця, О.Г. Івахненка, Р.К. Мурасова та ін. Однак відомі роботи не містять результатів дослідження методів синтезу сучасної контрольню-діагностичної апаратури для технічного обслуговування засобів водного транспорту, особливо малогабаритної. Таку апаратуру можливо застосовувати не тільки під час проведення періодичного технічного обслуговування засобів водного транспорту в порту, а й під час руху (на маршруті) при зниженні достовірності про справність їх складових блоків

(елементів). Аналіз закордонного та вітчизняного досвіду впровадження систем автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту свідчить про можливість значного підвищення їх ефективності та якості функціонування на етапі експлуатації.

З іншого боку, витрати часу та матеріальних ресурсів на контроль технічного стану існуючих в Україні засобів водного транспорту під час експлуатації досягають 80% усіх витрат на технічне обслуговування, що чинить суттєвий вплив на узагальнені показники ефективності експлуатації таких засобів водного транспорту. Необхідність всілякого скорочення таких витрат має наслідком потребу у автоматизації процесів контролю технічного стану засобів водного транспорту. Розвиток та впровадження у практику автоматизованих систем контролю та діагностування, які набули широкого розповсюдження у останні часи, є наслідком науково-технічного прогресу у транспортній галузі.

Отже, *тема дисертаційної роботи*, яка присвячена розробці методів і моделей синтезу малогабаритної контрольної-діагностичної апаратури для технічного обслуговування засобів водного транспорту, є *актуальною*.

Об'єкт дослідження – процеси синтезу контрольної-діагностичної апаратури для технічного обслуговування засобів водного транспорту.

Предмет дослідження – методи та моделі синтезу контрольної-діагностичної апаратури для технічного обслуговування засобів водного транспорту.

Мета дослідження – підвищенні достовірності та оперативності оцінки технічного стану засобів водного транспорту на етапі експлуатації.

Перший розділ дисертації присвячений вивченню результатів аналізу відомих методів і моделей синтезу засобів контролю для технічного обслуговування складних технічних комплексів, у тому числі засобів водного транспорту. У розділі обґрунтовані часткові завдання дослідження та методи їх розв'язання.

Обґрунтовані стратегії та умови застосування малогабаритної контрольно-діагностичної апаратури для комплексної оцінки технічного стану засобів водного транспорту та удосконалений метод вибору раціональної системи технічного контролю засобів водного транспорту наведені у другому розділі.

Третій розділ присвячений удосконаленню моделі оцінки технічного стану засобів водного транспорту та удосконаленню моделі функціонування складових контрольно-діагностичної апаратури при врахуванні особливостей експлуатації засобів водного транспорту.

Результати проведення дослідження розроблених моделей і методів синтезу контрольно-діагностичної апаратури для технічного обслуговування засобів водного транспорту, зроблені рекомендації щодо використання отриманих результатів та оцінка ефективності запропонованих наукових результатів дисертації наведені у четвертому розділі.

Наукова новизна отриманих у дисертації результатів полягає в наступному:

- отримав подальший розвиток метод вибору раціональної системи технічного контролю засобів водного транспорту на основі запропонованої автоматизованої контрольно-діагностичної апаратури, який, на відміну від відомих, базується на комплексному обґрунтуванні раціональної організації технічного обслуговування засобів водного транспорту залежно від технічних характеристик контрольно-діагностичної апаратури;

- удосконалена модель функціонування складових контрольно-діагностичної апаратури для контролю технічного стану засобів водного транспорту, яка відрізняється від відомих переходом від теоретико-множинного опису функціонування до графової моделі, що дозволяє спростити пошук варіантів синтезу складових апаратури та врахувати особливості експлуатації засобів водного транспорту;

- отримав подальший розвиток метод оцінки технічного стану радіоелектронних елементів засобів водного транспорту, який, на відміну від

відомих, заснований на розробленій моделі багатоканальної малогабаритної автоматизованої контрольно-діагностичної апаратури на основі теорії масового обслуговування з обмеженою кількістю каналів і накопичувачем заявок та дозволяє оцінити ефективність системи технічного обслуговування засобів водного транспорту.

Отримані у роботі результати мають практичну спрямованість. Практичне значення полягає у тому, що розроблені метод вибору раціональної системи технічного контролю засобів водного транспорту на основі запропонованої автоматизованої контрольно-діагностичної апаратури і метод оцінки технічного стану радіоелектронних елементів засобів водного транспорту, а також удосконалена модель функціонування складових контрольно-діагностичної апаратури для контролю технічного стану засобів водного транспорту є основою для створення нового підходу до обґрунтування характеристик системи технічного обслуговування засобів водного транспорту з урахуванням особливостей їх експлуатації.

Отримані у роботі теоретичні результати можуть бути застосовані при розробці та створенні малогабаритної автоматизованої контрольно-діагностичної апаратури, у тому числі мобільної, для контролю та діагностування технічного стану засобів водного транспорту. Це дозволяє підвищити достовірність і оперативність технічного обслуговування засобів водного транспорту та скоротити витрати їх експлуатацію.

Методи дослідження базуються на теорії системного аналізу, теорії складних систем, теорії ефективності, теорії імовірності, теорії графів, теорії інтегрального та диференціального числення, математичному апараті марківських випадкових процесів, методів імітаційного моделювання.

Результати імітаційного моделювання отриманих результатів показали, що застосування запропонованих методів і моделей синтезу малогабаритної контрольно-діагностичної апаратури при технічному обслуговуванні дозволяють підвищити достовірність контролю технічного стану з існуючого

рівня 0,52 до рівня 0,85...0,95 залежно від комплексності їх застосування, підвищення достовірності становить від 24% до 40%.

За рахунок застосування малогабаритної контрольно-діагностичної апаратури при технічному обслуговуванні засобів водного транспорту відбувається зменшення параметрів контролю. Зменшення кількості параметрів контролю знижує час на проведення контролю технічного стану. Результати моделювання показали, що застосування запропонованих методів і моделей синтезу малогабаритної контрольно-діагностичної апаратури призводить до зменшення часу контролю технічного стану засобів водного транспорту (підвищення оперативності) до 30%.

Економія коштів від застосування запропонованої контрольно-діагностичної апаратури становить приблизно 18% порівняно з існуючою системою контролю технічного стану засобів водного транспорту. Запропонована уніфікована контрольно-діагностична апаратура не гірша за основними показниками ефективності контролю технічного стану (достовірності та оперативності) закордонних аналогів, але значно дешевше у виготовленні та експлуатації. Економія коштів при аналогічних показниках ефективності технічного обслуговування засобів водного транспорту при експлуатації становить більше 30%.

Ключові слова: контрольно-діагностична апаратура, засоби водного транспорту, контроль технічного стану, модель, метод, достовірність, оперативність.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1.1. Богом'я В.І., Трофіменко А.О. Удосконалення системи експлуатації засобів водного транспорту в сучасних умовах // Новітні технології. – 2018. – Вип. 1 (5). – С. 99-110. DOI:10.31180/2524-0102/2019.1.05 – *Фахове видання України.*

1.2. Трофіменко А.О., Давидов В.С., Завітаєв В.Л. Особливості застосування контрольно-діагностичної апаратури для технічного обслуговування засобів водного транспорту // Наукоємні технології. – 2018. – № 4 (40). – С. 481-486. – DOI: 10.18372/2310-5461.40.13275. – *Фахове видання України.*

1.3. Дакі О.А., Штрибець В.В., Трофіменко А.О. Аналіз методів формування вимірювальних сигналів для контролю систем навігації // Наукоємні технології. – 2019. – № 1 (41). – С. 88-94. – DOI: 10.18372/2310-5461.41.13534. – *Фахове видання України.*

1.4. Iasechko M., Larin V., Ochkurenko O., Trystan A., Voichenko T., Trofymenko A., Sharabaiko O. Determining The Function Of Splitting The Charged Particles Of The Strongly Ionized Air Environment In The Openings Of The Case-Screens Of Radio Electronic Means // International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. – Vol. 8. – No. 1.3. – 2019. – P. 19-23. – DOI: 10.30534/ijatcse/2019/0481.32019. – *Наукометрична база Scopus.*

1.5. Трофименко А.О., Костенко О.Я., Синицький С.М., Філіппов І.Г., Сіньківський В.А. Модель оцінки технічного стану засобів водного транспорту за допомогою інформаційно-вимірювальної системи // Новітні технології. – 2019. – № 2 (9). – С. 62-69. – DOI: 10.31180/2524-0102/2019.2.09.07. – *Фахове видання України.*

1.6. Павленко М.А., Трофименко А.О. Математична модель функціонування складових контрольно-діагностичної апаратури для контролю технічного стану засобів водного транспорту // Polish Journal of Science. – Vol. 1. – No. 30. – 2020. – P. 38-45. – *Журнал країни ЄС.*

1.7. Інформаційна безпека та інформаційні технології: монографія / За заг. ред. В.С. Пономаренка. – Х.: Вид. Рожко С.Г. – 2019. – 327 с. (п. 1.5. Принципи побудови автоматичних приладів для контролю параметрів систем управління та навігації засобів водного транспорту / Дакі О.А., Трофіменко А.О. – С. 77-91). <https://publons.com/journal/430038/-2019> – *Розділ монографії.*

1.8. Тимощук О.М., Бойко С.О., Трофименко А.О. Формалізація процесу технічної експлуатації елементів інтегрованої навігаційної системи. Новітні технології. 2019. Вип.3(10). С.13–24. <https://doi.org/10.31180/2524-0102/2019.3.10> – *Фахове видання України*

2. Апробація наукових результатів

2.1. Богом'я В.І., Трофименко А.О. Моделювання та дослідження діяльності організаційно-технічної системи контролю приладів управління та навігації засобів руху // International scientific and practical conference «Application of information technologies in the preparation and operation of law enforcement forces», 15 березня 2019 р. – Х.: НАНГУ. – 2019. – С. 17-18. http://kinf.nangu.edu.ua/since_files/Doc/tezNPK_2019.pdf.

2.2. Трофименко А.О., Мазур А.М. Особливості синтезу контрольної діагностичної апаратури для технічного обслуговування засобів водного транспорту // Збірник тез науково-практичної конференції студентів, аспірантів і викладачів Державного університету інфраструктури та технологій, 27-29 березня 2019 р. – К.: ДУіТ. – 2019. – С. 70-71. https://files.duit.edu.ua/uploads/Сайт/conference/zbirnyk-tez-2019-r_.pdf

2.3. Богом'я В.І., Трофименко А.О. Модель діяльності організаційно-технічної системи контролю приладів управління та навігації засобів руху // 15 Міжнар. наук. конф. Харківського національного університету Повітряних Сил «Новітні технології – для захисту повітряного простору», 10-11 квітня 2019 р. – Х.: ХНУПС. – 2019. – С. 322-323. <http://www.hups.mil.gov.ua/assets/doc/science/conference/15/15.pdf>

2.4. Богом'я В.І., Трофименко А.О. Дослідження діяльності організаційно-технічної системи контролю приладів управління та навігації засобів водного транспорту // Матеріали дев'ятої міжнар. науково-технічної конференції «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління», 11-12 квітня 2019 р. – Баку – Харків – Жиліна. – 2019. – С. 89.

2.5. Дакі О.А., Трофименко А.О. Обґрунтування принципів побудови автоматичних приладів для контролю параметрів систем управління та навігації засобів водного транспорту. Інформаційна безпека та інформаційні технології: тези доп. міжн. наук.-практ.конф. (м. Харків, ХНЕУ, ЦУНТУ, 24-25 квітня 2019 року). – Харків. – 2019. – С. 5.
<http://www.hups.mil.gov.ua/assets/doc/science/conference/17/17.pdf>

2.6. Трофименко А.О, Дакі О.А. Разработка метода синтеза малогабаритной контрольно-диагностической аппаратуры для технического обслуживания средств водного транспорта // II Міжнародна науково-практична морська конференція кафедри СЕУ і ЕУ ННІ морського флоту.– Одеса. – 2020. – С.179–182.

2.7. Трофименко А.О. Особливості синтезу контрольно-діагностичної апаратури для технічного обслуговування засобів водного транспорту // Міжнародна науково-практична конференція «Водний транспорт: сучасний стан та перспективи розвитку»: тези доповідей, 16-17 травня 2019 року. – К.: ДУІТ, 2019. – С. 387-388.

2.8. Трофименко А.О. Модель оцінки технічного стану інформаційно-вимірювальної системи // Тези доповідей сьомої міжнародної науково-технічної конференції “Проблеми інформатизації”(13-15 листопада 2019 р.). – Черкаси: ЧДТУ, 2019. – Т. 3: секції 5 – 7. – С. 109.

2.9. Трофименко А.О. Обґрунтування вимог до інформаційного забезпечення вимірювального-діагностичних комплексів // 16 Міжнар. наук. конф. Харківського національного університету Повітряних Сил «Новітні технології – для захисту повітряного простору», 15-16 квітня 2020 р. – Х.:

<http://www.hups.mil.gov.ua/assets/doc/science/conference/16/xvi-conf-hnups.pdf>

2.10. Павленко М.А., Трофименко А.О. Вибір раціональної системи технічного контролю засобів водного транспорту // Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference «Problems of implementation of science into practice» (20-21 April, 2020). – Oslo, Norway. – 2020. – Pp. 319-323.

3. Додаткові публікації.

3.1. Штрибець В.В., Трофіменко А.О., Шевченко А.П. Розроблення фільтрових методів спектрального аналізу випадкових сигналів для контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту // Slovak international scientific journal. – Vol. 1. – No. 34. – 2019. – P. 30-38. – *Журнал країни ЄС*.

3.2. Штрибець В.В., Трофименко А.О. Методи спектрального аналізу випадкових сигналів для контролю технічного стану двигунів засобів водного транспорту // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку», 20-21 листопада 2019 р. – К.: ДУІТ, 2019. – С. 152-155.

3.3. Богом'я В.І., Трофименко А.О. Удосконалення системи експлуатації водного транспорту // Науково-технічна конференція «Інноваційні аерокосмічні технології в екологічному моніторингу», 24-25 квітня 2018 р. – Київ: Мінприроди, ДЕА. – 2018. – С. 56–57.
<http://www.dea.edu.ua/img/source/Doc/tezu.pdf>