

*Богом'я В.І., Стадник О.І.*

## МЕТОД ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

У даній статті наведено, що прийнятий підхід на основі існуючої системи технічного обслуговування і ремонту призводить до значної перевитрати ресурсів, а виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту у встановлені календарні терміни в більшості випадків не забезпечує заданої надійності.

Обґрунтована актуальність розроблення нових методів технічної експлуатації суднових комплексів на основі застосування перспективних систем технічного діагностування суднових комплексів.

**Ключові слова:** модель, процес експлуатації, судові комплекси.

### **Вступ. Постановка задачі.**

Стрімкий розвиток техніки в ХХ ст. істотно підвищив вимоги щодо зменшення ваги і габаритів технічних систем при одночасному збільшенні їх продуктивності і технічних характеристик. У цих умовах проблема забезпечення і підвищення надійності об'єктів стала ще більш гострою [1,2].

Статистика відмов, що є до теперішнього часу основним джерелом інформації для оцінювання надійності об'єкта, всього лише зворотній зв'язок, який свідчить про помилки при проектуванні, створенні і експлуатації судна. Тому на початку 1980-х рр. для розрахунку і прогнозування можливої поведінки технічних систем судна в передбачуваних умовах експлуатації почали впроваджуватися сучасні інформаційні технології (ІТ) (сукупність засобів і способів отримання, передачі і подання інформації про технічний стан об'єкта).

Також відомо [3,4], що у структурі витрат, які знижують прибутковість і підвищують витрати судоходства, витрати, які пов'язані з технічним обслуговуванням та ремонтом складають 20-30%, займаючи друге місце після витрат на паливо. А критична ситуація з фінансуванням, неприпустима низька справність суден висувають в число пріоритетних завдань питання розвитку та удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту. Метою статті є обґрунтування розроблення перспективного методу технічного діагностування обладнання, як складової системи технічного обслуговування та ремонту.

### **Аналіз основних шляхів розроблення перспективної системи технічного діагностування.**

Розвиток методів технічної експлуатації судового обладнання на базі ІТ вимагає високого рівня формалізації процедур аналізу початкової інформації. Важливо відмітити, що технічне обслуговування і ремонт (ТО і Р) призначено забезпечувати надійність у процесі експлуатації. Очевидна пасивність цієї системи інформаційної підтримки, оскільки вона нездатна у реальному масштабі часу впливати на вдосконалення процесу експлуатації і формування управлінських рішень щодо управління ТО і Р суден.

**Особливості перспективної системи технічного діагностування.** Перспективна система діагностичного забезпечення суден використовує можливості традиційно вимірюваних параметрів робочого процесу а також фізичні методи та засоби діагностування, які реалізуються в універсальному варіанті системи ТО і Р і дозволяє

сформувати перспективну структуру системи технічного обслуговування суднового обладнання за фактичним станом (рис. 1).

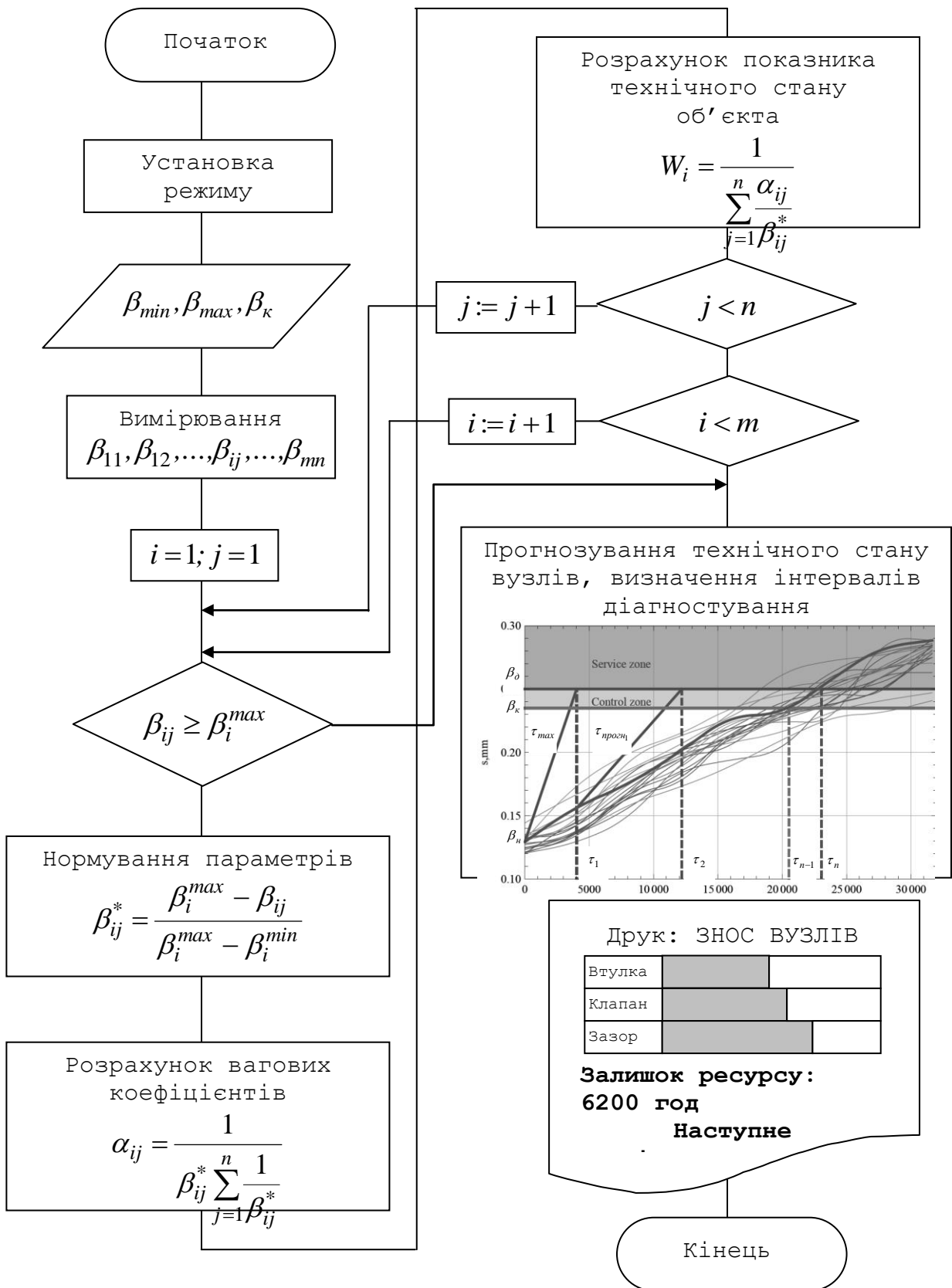


Рис. 1. Алгоритм визначення доцільних термінів діагностування

---

Система включає дві підсистеми: бортову і берегову (базову). Основа першої підсистеми – комплексна система управління судновим обладнанням (КСУ СО) і програмно-апаратний комплекс технічного діагностування (ПАК ТД).

Цей контур забезпечує оцінку правильності функціонування суднового обладнання за прямим призначенням, здійснюючи класифікацію станів за бінарною ознакою і вирішуючи задачу пошуку причин порушення працездатності зразка суднового обладнання. За результатами цієї оцінки виробляються рекомендації або керуючі впливи на зміну режимів роботи суднового обладнання, зокрема відключення окремих його елементів. Відтак, загальний алгоритм реалізації даної процедури у ПАК ТД має вигляд, наведений на рис. 1.

Можливі два режими обробки даних: якщо діагностування проводиться під час рейсу, ці дані переписуються в пам'ять ПАК ТД, де використовуються для формування трьох (мінімум) баз даних. Перша база даних бере участь у формуванні судової звітності і аварійних повідомлень. Друга база даних є статистичною вибіркою фактичних технічних станів обладнання для реалізації програм прогнозування, що вводяться із зовнішнього машинного носія, і складання плану бортового обслуговування обладнання за фактичним станом. Третя база даних призначена для використання у береговій автоматизованій системі. Остання реалізує систему технічного обслуговування за фактичним станом шляхом видачі заявок на берегові підрозділи технічного обслуговування (БПТО) або судноремонтний завод (СРЗ); якщо діагностування проводиться в базі засобами пересувного діагностичного комплексу (ПДК), заявки передаються безпосередньо службою ПДК.

Таким чином, сучасні інформаційні технології, що реалізуються ПАК ТД і переносною діагностичною апаратурою, створюють необхідні умови для вдосконалення технічного обслуговування та ремонту суден.

Ефективність діагностичних програм зростає на декілька порядків, коли при тому ж змісті контрольних операцій вирішується завдання прогнозування зміни технічного стану обладнання в майбутні моменти часу.

Фізична картина зміни технічного стану суднового обладнання характеризується тим, що у ньому протікають необоротні процеси зношування і порушення структурної стійкості в конструкційному матеріалі деталей і вузлів. Кількісні зміни цих процесів на певному етапі неминуче переводять устаткування спочатку в зону несправних, а потім і непрацездатних станів. Точне визначення часу настання цього моменту є головним завданням прогнозування, вирішення якого дозволяє не тільки попередити можливі відмови, але і забезпечити технічні умови переведення флоту на експлуатацію за фактичним технічним станом.

Світова тенденція щодо удосконалення експлуатації технічних засобів базується на переведенні процедур обслуговування і ремонту суднового обладнання за фактичним технічним станом. За даними [5÷8] ця прогресивна технологія дозволяє знизити експлуатаційні витрати на 30...40 %, зокрема, витрату палива на 4...5 %.

Економічний ефект експлуатації судна базується на різниці між коштами, одержаними за виконану роботу у період експлуатації судна та витратами, які йдуть на підтримання судна (обладнання) у експлуатаційному стані.

**Висновки.** Досвід експлуатації суден судноплавних компаній свідчить, що прийнятий підхід на основі планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту призводить до значної перевитрати матеріальних і грошових ресурсів. Крім того, виконання заздалегідь призначених обсягів робіт з технічного обслуговування і ремонту у встановлені календарні терміни в більшості випадків не забезпечує заданої надійності і призводить до зростання післяремонтних відмов.

---

Перспективна система діагностичного забезпечення суден повинна використовувати можливості традиційно вимірюваних параметрів робочого процесу а також фізичні методи та засоби діагностування з прогнозуванням параметрів технічного стану зразків обладнання.

Ефективність діагностичної програми збільшується, коли при тому ж змісті контрольних операцій вирішується завдання прогнозування зміни технічного стану обладнання в майбутні моменти часу. Програма прогнозування є основою реалізації системи технічного обслуговування судна за фактичним станом.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 7 жовтня 2009 р. № 1307 “Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року” // Офіційний Вісник України. Офіційний веб-сайт Кабінету Міністрів України. 9 грудня 2009 р. № 94. Режим доступу: [www.kmu.gov.ua](http://www.kmu.gov.ua).
2. Указ Президента України. 20 травня 2008 року, № 463/2008. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 16 травня 2008 року “Про заходи щодо забезпечення розвитку України як морської держави” // Урядовий кур’єр. – 2008, 27 травня. Режим доступу: [www.ukurier.gov.ua](http://www.ukurier.gov.ua)
3. Проект розпорядження Кабінету Міністрів України “Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року” / Міністерство транспорту та зв’язку України. Офіційний веб-сайт. 10 грудня 2009 року. // Режим доступу: [www.kmu.gov.ua](http://www.kmu.gov.ua).
4. Стадник О.І. Визначення принципів побудови адаптивної комплексної системи управління засобами водного транспорту/О.І. Стадник// Водний транспорт. – К.:КДАВТ, 2013. – Вип.2(17).–С.237–239.
5. Устаткування і системи морської навігації та радіозв’язку. Реєстратори даних рейсу (суднові). Частина 2. Реєстратори даних рейсу спрощені (С-РДР). Експлуатаційні вимоги, методи випробування та необхідні результати випробування. (Державний стандарт України) ІЕС 61996-2:2011, IDT: ДСТУ ІЕС 61996-2:2010/Богом’я В.І., Козелкова К.С., Баранов Г.Л., Ставицький С.Д.–К.:ДержспоживстандартУкраїни, 2010.–189 с.
6. Устаткування і системи морської навігації та радіозв’язку. Система відображення електронних карт та інформації. Технічні та експлуатаційні вимоги, методи випробування та вимоги до результатів випробувань. (Державний стандарт України) ІЕС 61174-2008, IDT: ДСТУ ІЕС 61174:2010/ Богом’я В.І., Козелкова К.С., Баранов Г.Л., Ставицький С.Д.–К.:ДержспоживстандартУкраїни, 2010.–82 с.
7. Богом’я В.І. Математична модель функціональних систем суднового обладнання / О.І. Стадник, О.О. Коваль, В.І. Богом’я //Системи обробки інформації.– Х.: Харківський університет повітряних сил імені Івана Кожедуба, 2015.– Вип. 1(126).–С.102–105.
8. Богом’я В.І. Аналіз особливостей організації системи відновлення судових комплексів в сучасних умовах/ О.І. Стадник, О.О. Коваль, В.І. Богом’я // Стандартизація, сертифікація, якість. – Х.: ДП «УкрНДНЦ», 2015.– Вип. 1.–С.44–48.

**Богом’я В.І., Стадник А.І.**

### **Метод технической диагностики оборудования.**

В данной статье приведены, что принятый подход на основе существующей системы технического обслуживания и ремонта приводит к значительному перерасходу ресурсов, а выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту в установленные календарные сроки в большинстве случаев не обеспечивает заданной надежности.

Обоснована актуальность разработки новых методов технической эксплуатации судовых комплексов на основе применения перспективных систем технического диагностирования судовых комплексов.

**Ключевые слова:** модель, процесс эксплуатации, судовые комплексы.

---

**V. Bogomia, A.Stadnick.**

**Systems diagnostics complex.**

This article provides that the approach based on the existing system of maintenance and repair leads to significant cost overruns of resources and performance of maintenance and repair within the calendar dates in most cases does not provide a given reliability.

The urgency to develop new methods of technical operation of ship systems based on the application of advanced systems of technical diagnostics of ship systems.

**Key words:** optimum model, marine systems.

УДК 629.5.016

*Гудков Л.М., Лавріненко В.Ф.*

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ  
СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ**

*У статті наведені способи визначення середнього часу відновлення об'єкту суднового обладнання в експлуатуючій організації, а також особливості розроблення математичної моделі процесу технічного обслуговування та ремонту об'єктів судових комплексів судна, що дозволяє отримати кінцеві аналітичні вирази для розрахунків відповідних показників ефективності процесу.*

Однією з величин, що визначають середній час відновлення об'єкту суднового обладнання  $M(t_{ej})$  ( $c_2, c_3$ ) в експлуатуючій організації, є повнота відновлення об'єкту  $j$ -го типу  $Q_j$ . Зазвичай ця величина визначається з досвіду експлуатації. В сучасних умовах експлуатації це стає вкрай складним завданням, тому виникає необхідність її визначення іншими способами [1-3].

Для визначення  $Q_j$  розглянемо ієрархічну структуру функціональних систем судового обладнання (СО) суден за конструктивною складністю. Ієрархія за конструктивною складністю створюється внаслідок побудови об'єктів СО у вигляді конструктивно-закінчених знімних блоків, котрі складаються з модулів (знімних плат або вузлів), а вони, в свою чергу, – з неподільних елементів (субмодулів, мікросхем, транзисторів, резисторів тощо). Представимо функціональну систему судна як складну технічну систему, яка складається з  $j$  агрегатів (блоків)  $A_j$  ( $j = \overline{1, n}$ ), які, в свою чергу, складаються з  $k$  ( $k = \overline{1, m}$ ) рівнів по  $l$  ( $l = \overline{1, z}$ ) модулів. При цьому вважаємо сукупність елементів, що не демонтуються в умовах експлуатації, єдиним модулем (наприклад, неподільні елементи, що розташовані на платі та залиті компаундом). Таким чином отримуємо на кожному  $k$  – му рівні  $z + 1$  модулів (рис.1).

Таке представлення дає змогу зробити припущення про послідовне з'єднання модулів як в межах будь-якого рівня, так і в межах виробу СК без врахування функціональних зворотних зв'язків. Тобто відмова будь-якого модуля  $A_{jkl}$  викликає