

DOI: 10.18372/2310-5461.41.13539

УДК 681.515:545

Коломієць О. М.

Державний університет інфраструктури та технологій

orcid.org/0000-0001-7161-8957

e-mail: oksaval77777@gmail.com

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАСОБІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Вступ

У сучасних умовах активно виконується державне завдання інтенсивного економічного та соціального розвитку країни та її участі в міжнародній інтеграції. Особа роль у цьому відводиться транспортній галузі, а саме морським та річним перевезенням. Тому перехід на інвестиційно-інноваційний етап розвитку є логічним шляхом підвищення ефективності виконання будь-яких завдань [1–4].

На даному етапі водний транспорт України у цілому задовольняє лише базові потреби економіки та населення у перевезеннях. Водний транспортний комплекс є складною структурою, яка, як відоме, охоплює низку завдань та функцій. Варте підкреслити, що рівень безпеки, показники ефективності перевезень пасажирів та вантажів, інші важливі властивості не відповідають сучасним вимогам.

Порівняльний аналіз аварійності засобів водного транспорту (ЗВТ) свідчить про зменшення подібних ситуацій, але це не знижує актуальність наукових досліджень у галузі підвищення ефективності та надійності за рахунок автоматизації. Аналіз закордонного та вітчизняного досвіду впровадження систем автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту свідчить про можливість значного підвищення їх ефективності та якості функціонування

Постановка проблеми в загальному вигляді

Таким чином, незважаючи на розвиток транспортної галузі України, водного транспорту зокрема, актуальним є наукове завдання удосконалення існуючих та розробки нових моделей та методів автоматизації контролю технічного стану (ТС) засобів водного транспорту у різноманітних умовах експлуатації, вирішенню цього завдання і присвячена стаття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання технічної експлуатації, обслуговування і ремонту засобів водного транспорту висвітлюється у працях В. В. Паніна, М. М. Цимба-

ла, Б. В. Васильєва, Ю. Г. Дейнего, О. А. Оніщенко, С. І. Сербіна, В. І. Богом'ї, Д. І. Севастеєва, С. Р. Смирнова та ін.

У тому числі, щодо питань автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту у різноманітних умовах експлуатації відомі роботи вчених: І. П. Атаманюка, І. О. Мачаліна, В. М. Глушкова, М. З. Згуровського, О. Г. Івахненка, В. Д. Кудрицького, Р. К. Мурасова, В. С. Пугачова, Р. А. Варбанця та ін. Але коло проблем звужується досить повільно. Це зумовлено багатьма факторами, у тому числі і складністю завдання.

Отже, актуальність дослідження визначається невідповідністю існуючих методів та способів автоматизації реальним умовам функціонування. Тобто, на практиці не існує такого підходу, який ґрунтується на сучасному науково-обґрунтованому апараті та дає відповідні результати.

Дослідження принципів автоматизації та факторів впливу на контроль технічного стану засобів водного транспорту

Принципи автоматизації будь-якого процесу доцільне сформулювати у працях [3–5].

Принцип узгодженості.

Всі дії в процесі, що автоматизується повинні бути узгоджені між собою і зі входами і виходами процесу. У разі неузгодженості дій може статися порушення виконання процесу.

Принцип інтеграції.

Процес, що автоматизується, повинен мати можливість інтегруватися в загальне середовище. Автоматизація процесів повинна забезпечувати взаємодію процесу, що автоматизується з зовнішнім середовищем по відношенню до цього процесу.

Принцип незалежності виконання.

Процес, що автоматизується, повинен виконуватися самостійно, без участі людини, або з мінімальним контролем з боку людини.

Загальна схема автоматизації контролю ТС ЗВТ показана на рис. 1.

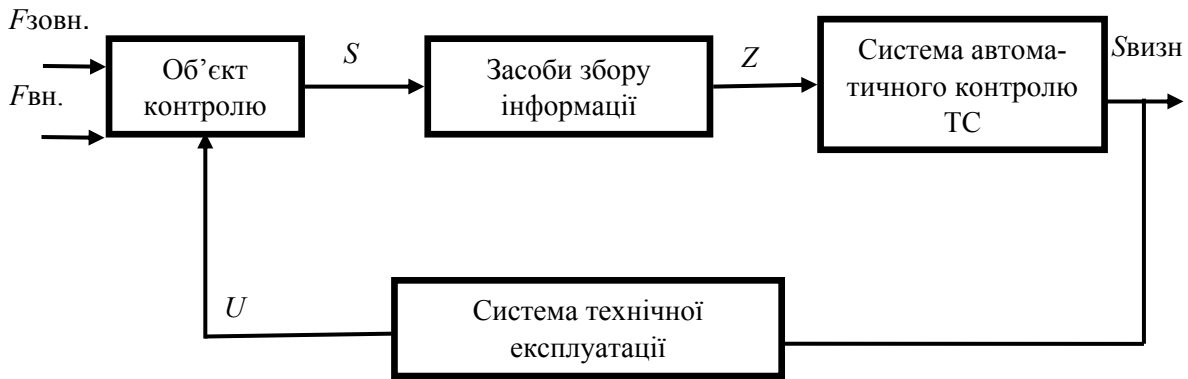


Рис. 1. Схема автоматизації контролю ТС ЗВТ

Для адекватного опису процесу контролю та оцінки ТС судна, як складної технічної системи доцільне представлення ЗВТ, що складається з множини комплектуючих виробів: сукупність модулів окремого блоку функціональної системи судна, сукупності функціональних систем судна тощо.

Таким чином, виникає необхідність уникнути недоліки існуючих моделей функціонування об'єктів експлуатації та розроблення формалізованого опису процесу контролю технічного стану ЗВТ та їх складових у вигляді регенеруючого процесу, на підставі якого провести обґрунтування форми показників та критерію ефективності.

При розгляді ЗВТ, як сукупності функціональних підсистем, представимо його у вигляді складної системи з елементами, що з'єднані послідовно. В цьому випадку імовірність безвідмовної роботи ЗВТ (за умови відсутності або обмеженого обмінного фонду агрегатів) визначається як [6]:

$$P_c(t) = \prod_{k=1}^K P_k(t), \quad Q_n(t) = 1 - D_n(t),$$

$$N_{\text{оф}_k}(t) \ll n_k(t),$$

де $P_c(t)$ — імовірність безвідмовної роботи ЗВТ; $P_k(t)$ — імовірність безвідмовної роботи k -го комплектуючого виробу; $Q_c(t)$ — імовірність відмови ЗВТ; $N_{\text{оф}_k}(t)$ — кількість об'єктів k -го типу в обмінному фонді експлуатанта; $n_k(t)$ — кількість відмов об'єкта k -го типу за період експлуатації.

Така модель дає змогу вважати ЗВТ системою, що є визначеним узагальненням послідовних підсистем, для кожної з яких може бути знайдено свій показник ефективності. В даному випадку судно формалізовано як систему з мультиплікативним коефіцієнтом ефективності і згідно з обраними в працях [5; 6] показниками ефек-

тивності визначимо стаціонарний коефіцієнт готовності судна $K_{г.с}$ як [6; 7]

$$K_{г.с} = \prod_{j=1}^k K_{тj}, \quad (1)$$

де $K_{тj}$ — стаціонарний коефіцієнт готовності j -ї підсистеми, а

$$K_{тj} = \frac{M(t_{0j})}{M(t_{0j}) + M(t_{вj})},$$

де $M(t_{0j})$ — середній час знаходження j -го об'єкта в справному стані; $M(t_{вj})$ — середній час відновлення j -го об'єкта судових комплексів.

Як показано у праці [7] основними вимогами до показників ефективності є: простота, інформаційна забезпеченість, достатня точність, чутливість, повнота та відсутність надмірності. При оцінці ефективності експлуатації таких складних технічних систем, як ЗВТ, застосовуються різні форми показників: імовірність випадкової події, середній результат, імовірнісної гарантованого досягнення результату не нижче заданого, середній квадрат відхилень результату від того, що вимагається, дисперсія результату тощо [8].

Ураховуючи формалізований опис процесу контролю технічного стану як стохастичного процесу, визначимо формально показник його ефективності як математичне очікування загальної функції відповідності ρ мети, що досягнута $Y^{(R)}$ тій, що вимагається $Y_b^{(R)}$ [8], при використанні варіанту $u \in U$

$$\vec{W}(u) = M \left[\rho \left\{ Y^{(R)}(u), Y_b^{(R)} \right\} \right], \quad u \in U, \quad (2)$$

де $U = (u_1, u_2, \dots, u_j, \dots, u_n)$ — множина допустимих варіантів (стратегій) побудови процесу контролю технічного стану, що формуються, з множини керованих параметрів процесу контролю технічного стану ЗВТ.

Процес $\omega(t)$ визначається вектором параметрів процесу контролю технічного стану ЗВТ, як керованих $\Lambda_u = \{\Lambda_{u1}, \Lambda_{u2}, \dots, \Lambda_{ui}\}$ так і некерованих $\Lambda_V = \{\Lambda_{V1}, \Lambda_{V2}, \dots, \Lambda_{Vk}\}$, а також параметрами, що характеризують умови застосування судна $\Lambda_R = \{\Lambda_{R1}, \Lambda_{R2}, \dots, \Lambda_{Rn}\}$. При формуванні системи контролю технічного стану ЗВТ до керованих параметрів віднесені наступні: види контролю, засоби контролю, що застосовуються на різних етапах технічного обслуговування і ремонту, повноту та глибину контролю, достовірність, періодичність контролю, чисельність та кваліфікацію операторів судна тощо.

До некерованих параметрів Λ_V відносять — конструктивні характеристики та показники надійності ЗВТ, трудовитрати на контроль і пошук місця відмови з застосуванням даного засобу контролю. До параметрів Λ_V віднесено інтенсивність плавання, її тривалість, характер завдань, що виконуються та ін. Зміна хоч однієї компоненти вектору управління u на етапах технічного обслуговування, що розглядаються, призводить до створення нового варіанту побудови процесу контролю технічного стану ЗВТ.

В реальних умовах кількість можливих варіантів обмежена. Виходячи з цього, завдання вибору раціонального варіанту організації процесу контролю технічного стану ЗВТ вдається звести до задачі у варіантній постановці, при якій з множини альтернативних варіантів необхідно обрати найбільш сприятливий. Альтернативні варіанти u_j формуються зміною значень компонент вектору u [8]

$$u = (\lambda, \mu, x, P, q, Q, \eta, T),$$

де λ — інтенсивність відмов об'єкта суднових комплексів; μ — інтенсивність самостійного прояву відмови об'єкта суднових комплексів; x — періодичність контролю; P — імовірність виявлення відмови засобом контролю; q — імовірність надання засобом контролю інформації про «хибну» відмову; Q — повнота відновлення об'єкта суднових комплексів в експлуатуючій організації; η — повнота контролю відмов (пошкоджень); T — тривалість експлуатації об'єкта суднових комплексів.

У зв'язку з тим, що залучення комплектуючих ЗВТ у різноманітні стани процесу експлуатації статистично повторюються, а в якості його формального опису обрано схему регенеруючого процесу, то для оцінювання ефективності такого процесу доцільне використовувати показники ефективності математичного сподівання результату

$$\bar{W}(u) = M[Y^{(R)}(u)], W_r(u) = M[y_r(u)], r = \overline{1, R}, \quad (3)$$

де $W_r(u)$ — часткові показники ефективності використання u -го варіанту організації процесу контролю технічного стану ЗВТ, безвідмовності, економічної та інших видів ефективності експлуатації судна; $y_r(u)$ — часткові характеристики результату експлуатації судна.

Показник (3) є частковим випадком показника ефективності, при якому функція відповідності дорівнює реальному результату [8]

$$\rho\{Y^{(R)}(u), Y_b^{(R)}\} = Y^{(R)}(u).$$

Показники середнього результату найшли широке розповсюдження у дослідженнях ефективності складних технічних систем [9]. Це обумовлено властивістю їх адитивності, що значною мірою спрощує їх оцінку, та полягає в тому, що у випадку можливості представлення результату $Y^{(R)}(u)$ процесу експлуатації судна у вигляді суми результатів окремих його етапів $Y_i^{(R)}(u)$

$$Y^{(R)}(u) = \sum_i Y_i^{(R)}(u),$$

то середній результат процесу, що розглядається, представимо у вигляді суми середніх часткових результатів, незважаючи на можливу їх стохастичну залежність [9].

$$M\left[\sum_i Y_i^{(R)}(u)\right] = \sum_i M\left[Y_i^{(R)}(u)\right].$$

Вибір та обґрунтування показників ефективності суднових комплексів судна дозволяє оцінити різні варіанти (стратегії або режими) контролю їх технічного стану та обрати для сформульованого критерію K -оптимальний варіант u^* при заданих умовах експлуатації A . Як відомо, критерій ефективності K є правило, що дозволяє порівняти варіанти $u \in U$, що характеризуються різним ступенем досягненням мети, та здійснити направлений вибір варіантів u з множини припустимих U . При використанні концепції оптимізації застосовуються критерії найбільшого результату у формі: найбільшого середнього результату, найбільшої ймовірнісної гарантії результату, найбільшого гарантованого результату та ін.

При використанні в якості показників ефективності процесу контролю технічного стану ЗВТ показника середнього результату (3), виберемо найбільш доцільний критерій оптимальності розглянутих стратегій $u \in U$ контролю технічного стану ЗВТ — критерій найбільшого середнього результату. Згідно до цього критерію оптимальним є той варіант u^* , за якого

$$u^* : \max_{u \in U} (\min) W_r(u) = \max_{u \in U} (\min) M[y_r(u)].$$

Тоді критерієм оптимальності процесу є отримання максимуму економічного вигащу при зміні організації процесу контролю технічного стану за умови забезпечення заданого рівня коефіцієнту готовності [9]

$$W(U) = \max_{k=1, n} \{ M[C_{в\Sigma}(u_{icn})] - M[C_{в\Sigma}(u_k)] \},$$

при $K_{гk} \geq K_{гicn}$,

де $U = (u_1, u_2, \dots, u_k, \dots, u_n)$ — множина визначених допустимих варіантів організації процесу контролю технічного стану; $u_k = u_l \cup u_m$ — множина параметрів процесу експлуатації; $u_l = (Q_j, k_{оф})$ — множина керованих параметрів процесу експлуатації;

$u_m = (\lambda_j, \mu_j, x_i, P_i, q_i, Q, \eta_i, T_j, T_{зак}, T_{ап3})$ — множина некерованих параметрів процесу експлуатації; $M[C_{в\Sigma}(u_{icn})]$ — середня сумарна вартість відновлення суднових комплексів судна за період, що розглядається при існуючій організації системи відновлення; $M[C_{в\Sigma}(u_k)]$ — середня сумарна вартість відновлення суднових комплексів судна за період, що розглядається при альтернативних варіантах організації системи відновлення.

Таким чином, розроблено формалізований опис процесу контролю технічного стану ЗВТ та їх складових у вигляді регенеруючого процесу, на підставі якого обґрунтовані форма показників та критерію ефективності.

Моделювання контролю технічного стану

Модельний приклад для перевірки запропонованих в роботі наукових результатів описаний у працях [9; 10]. Але вхідні данні отримані на основі моделювання за допомогою моделі та відповідного програмного забезпечення, яке описано вище. Для експерименту 1 з метою більшої наочності інтерфейс з інформацій про вхідні данні та результати моделювання представлений на рис. 2, 3.

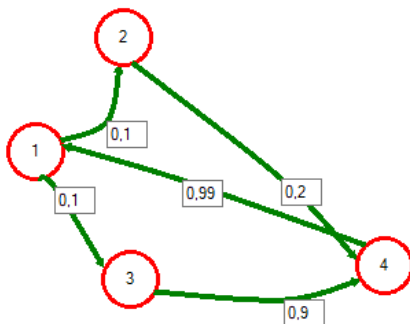


Рис. 2. Інтерфейс з вхідними даними (експеримент 1)

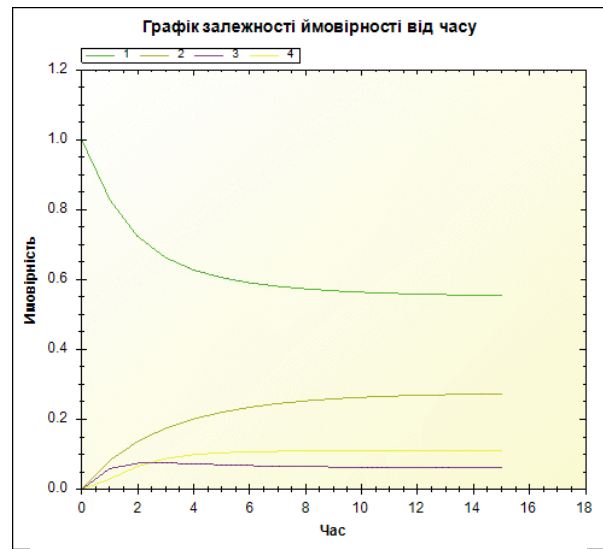


Рис. 3. Результати моделювання (експеримент 1)

Технологія проведення комп'ютерного моделювання за допомогою розробленого програмного забезпечення полягає в такому. Спочатку визначаємо граф станів, на цьому графі позначаємо (вводимо у відповідне віконце інтерфейсу) інформацію, яка відповідає інтенсивності переходу, тобто часу переходу з одного стану в інший. Інтенсивності переходів вважаються відомими апріорно.

Наступним кроком є визначення початкового стану для інтегрування системи диференціальних рівнянь Колмогорова, потім визначаємо кількість кроків інтегрування, яке відповідає часу дослідження динамічного процесу. Третім кроком дослідження є отримання відповідних результатів у вигляді графіка залежності ймовірності знаходження в кожному стані від часу. Наступним кроком є формування висновку стосовно отриманого дослідження.

Висновки

Дослідження принципів автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту визначило такі основні принципи: принцип узгодженості, сутність якого полягає в тому, що всі дії в процесі, що автоматизується, повинні бути узгоджені між собою та зі входами і виходами процесу. У разі неузгодженості дій може статися порушення виконання процесу; принцип інтеграції — процес, що автоматизується повинен мати можливість інтегруватися в загальне середовище; принцип незалежності виконання — процес, що автоматизується повинен виконуватися самостійно, без участі людини, або з мінімальним контролем з боку людини. Людина не повинна втручатися в процес, якщо процес виконується відповідно до встановлених вимог.

Найбільш ефективною є стратегія удосконалення моделі автоматизованого контролю технічного стану засобів водного транспорту, яка на відміну від існуючих базується на марковських процесах, методі Рунге–Кутта чисельного рішення системи диференціальних рівнянь Колмогорова та апріорної інформації про інтенсивності переходів зі стану в стан. Використання програмної реалізації моделі значно покращує показники оперативності за рахунок ергономічності інтерфейсу та зменшення кількості операцій.

Моделювання технічного стану ЗВТ за допомогою розробленого програмного забезпечення свідчить про те, що розробка є функціональною, тому що ПЗ задовольняє усім потребам користувача. Модель є адекватною, а дане ПЗ є досить надійним. Інтерфейс програми зручний та ергономічний. Завдяки використанню швидких математичних апаратів для розрахунків та відображення результату ПЗ досить ефективно.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Алексишин В. Г.**, Козырь Л. А., Симоненко С. В. Обеспечение навигационной безопасности плавания: учебное пособие. Одесса: Феникс, 2009. 518 с.
2. **Богомья В. І.**, Давидов В. С., Доронін В. В., Пашков Д. П., Тихонов І. В. Навігаційне забезпечення управління рухом суден. К.: ДВВП «Компас». 2012. 336 с.
3. **Коломієць О. М.**, Данік О. В. Оцінювання впливу застосування інтелектуальної системи експлуатації судна на вирішення завдань безпеки. *Стандартизація, сертифікація, якість*. 2017. Вип. 2 (105). С. 75–78.
4. **Коломієць О. М.**, Богом'я В. І. Методи підвищення ефективності процесу експлуатації судових комплексів. *Новітні технології*. 2017. Вип. 1(3). С. 42–48.
5. **Кудрицька Н. В.** Транспортнодорожній комплекс України: сучасний стан, проблеми та шляхи розвитку: монографія. Київ : НТУ, 2010. 338 с.
6. **Коломієць О. М.**, Тимошук О. М., Дакі О.А., Трофименко І. В. Критерій оптимальності процесу технічного обслуговування судових комплексів. *Наука і техніка Повітряних сил Збройних сил України*. 2017. №4(29). С. 132–136.
7. **Коломієць О. М.**, Данік О. В., Дакі О. А., Горбань А. В. Верифікація технології експертного визначення уступки між вартістю та ефективністю системи навігації та управління рухом. *Новітні технології*. 2018. Вип. 1(5). С. 29–42.
8. **Коломієць О. М.**, Тимошук О. М., Дакі О. А. Обґрунтування застосування сигналів з нормованим спектром для контролю технічного стану радіонавігаційних приладів засобів водного транспорту. *Новітні технології*. 2018. Вип. 2(6). С. 39–45.
9. **Коломієць О. М.**, Вороб'єв Е. С., Шевченко А. П., Мазур А. М. та ін. Разработка методов сжатия сообщений о воздушных объектах и управления дискретностью их выдачи от источников радиолокационной информации. *Новітні технології*. 2018. Вип. 3(7). С. 217–230.
10. **Богомья В. І.**, Горбань А. В., Павленко М. А., Тимочко О. І., Тимошук О.М. За заг. ред. О. М. Тимошук. Особливості системного підходу до вирішення наукових завдань експлуатації судового обладнання. Київ: ДУІТ, 2018. 305 с.

Коломієць О. М.

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАСОБІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Аналіз експлуатації засобів водного транспорту свідчить про наявність протиріч, яке складається, з одного боку, в необхідності підвищення технічної готовності судового устаткування до використання за призначенням і безвідмовності його функціонування. Для цього необхідним є здійснення постійного контролю над його функціонуванням і виконання цілого комплексу періодичних перевірок і діагностик.

Разом з тим такий підхід суттєво підвищує вартість експлуатації обладнання і зменшує загальну рентабельність флоту. З іншого боку, спроби максимального здешевлення морських транспортних перевезень, призводить до зменшення кількості контрольних заходів, спрощення їх процедури (регламентів) з перекладанням максимального числа функцій діагностики на технічні засоби.

В такому аспекті, розробка нових методів технічної експлуатації обладнання, на основі застосування сучасних автоматизованих процедур визначення періодичності і обсягу діагностування є актуальним.

У статті визначено такі принципи автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту: принцип узгодженості; принцип інтеграції; принцип незалежності виконання.

Визначено, що найбільш ефективною є стратегія удосконалення моделі автоматизованого контролю технічного стану засобів водного транспорту, яка на відміну від існуючих базується на марковських процесах, методі Рунге–Кутта чисельного рішення системи диференціальних рівнянь Колмогорова та апріорної інформації про інтенсивності переходів зі стану в стан.

Використання програмної реалізації моделі значно покращує показники оперативності за рахунок ергономічності інтерфейсу та зменшення кількості операцій. Моделювання технічного стану засобів водного транспорту за допомогою розробленого програмного забезпечення свідчить про те, що розробка є функціональною, тому що програмне забезпечення задовольняє усім потребам користувача. Модель є адекватною, а дане програмне забезпечення є досить надійним. Інтерфейс програми зручний та ергономічний.

Ключові слова: модель; автоматизація; контроль; технічний стан; засоби водного транспорту; програмне забезпечення; априорна інформація

Kolomiets O.

MODELS OF AUTOMATION OF CONTROL OF THE TECHNICAL STATE OF MARINE TRANSPORT

Analysis of the operation of water transport vehicles indicates the existence of contradictions, which consists, on the one hand, in the need to increase the technical readiness of ship equipment to the intended use and failures in its operation. For this purpose, it is necessary to carry out constant control over its operation and implementation of the whole complex of periodic inspections and diagnostics. At the same time, such an approach significantly increases the cost of operating equipment and reduces the overall profitability of the fleet. On the other hand, attempts to maximize the cost reduction of maritime transport, leads to a decrease in the number of control measures, simplification of their procedures (regulations), with the conversion of the maximum number of diagnostic functions to technical means.

In this aspect, the development of new methods for the technical operation of equipment, based on the use of modern automated procedures for determining the frequency and scope of diagnosis is relevant.

The article defines the principles of automation of the technical condition of water transport means: the principle of coherence; the principle of integration; principle of independence of execution.

It is determined that the most effective strategy is to improve the model of automated control of the technical condition of water transport vehicles, which, unlike existing ones, is based on Markov processes, the Runge-Kutta method of numerical solution of the system of Kolmogorov differential equations and a priori information about the intensity of transitions from state to state. Using the software implementation of the model significantly improves performance due to the ergonomics of the interface and reduced number of operations.

The simulation of the technical condition of water transport using software developed indicates that the development is functional because the software meets all the needs of the user. The model is adequate, and this software is quite reliable. The program interface is user-friendly and ergonomic.

Keywords: model; automation; control; technical condition; means of marine transport; Software; a priori information

Коломиец О. Н.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СРЕДСТВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Анализ эксплуатации средств водного транспорта свидетельствует о наличии противоречий, состоящее, с одной стороны, в необходимости повышения технической готовности судового оборудования к использованию по назначению и безотказности его функционирования. Для этого необходимо осуществление постоянно контроля за его функционированием и выполнения целого комплекса периодических проверок и диагностик.

Вместе с тем такой подход существенно повышает стоимость эксплуатации оборудования и уменьшает общую рентабельность флота. С другой стороны, попытки максимального удешевления морских транспортных перевозок, приводит к уменьшению количества контрольных мероприятий, упрощение их процедуры (регламентов) с перекладыванием максимального числа функций диагностики на технические средства.

В таком аспекте, разработка новых методов технической эксплуатации оборудования на основе применения современных автоматизированных процедур определения периодичности и объема диагностирования является актуальным. В статье определены такие принципы автоматизации контроля технического состояния средств водного транспорта: принцип согласованности; принцип интеграции; принцип независимости выполнения.

Определено, что наиболее эффективной является стратегия совершенствования модели автоматизированного контроля технического состояния средств водного транспорта, которая в отличие от существующих базируется на марковских процессах, методе Рунге-Кутты численного решения системы дифференциальных уравнений Колмогорова и априорной информации о интенсивности переходов из состояния в состояние.

Использование программной реализации модели значительно улучшает показатели оперативности за счет эргономичности интерфейса и уменьшения количества операций.

Моделювание технического состояния средств водного транспорта с помощью разработанного программного обеспечения свидетельствует о том, что разработка является функциональной, так как программное обеспечение удовлетворяет всем потребностям пользователя. Модель является адекватной, а данное программное обеспечение является достаточно надежным. Интерфейс программы удобный и эргономичный.

Ключевые слова: модель; автоматизация; контроль; техническое состояние; средства водного транспорта; программное обеспечение; априорная информация.

Стаття надійшла до редакції 12.02.2019 р.

Прийнято до друку 01.03.2019 р.