

Коломієць О.М., Кошевий К. І., Максименко Р. С., Морозов С. О., Оболянін М. І.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАСОБІВ РІЧКОВОГО ТА МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Порівняльний аналіз аварійності засобів водного транспорту свідчить про зменшення подібних ситуацій, але це не знижує актуальність наукових досліджень в 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.

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 засобів водного транспорту у різноманітних умовах експлуатації, вирішенню цього завдання і присвячена наукова стаття.

Ключові слова: річковий та морський транспорт, автоматизація, контроль, технічний стан, методика, модель, метод

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливішими практичними завданнями.

Основне протиріччя, яке лежить в основі наукових досліджень у напрямку підвищення ефективності експлуатації суднових комплексів, полягає, з одного боку, у необхідності підвищення технічної готовності суднового обладнання до використання за призначенням та безвідмовності його функціонування, для чого є необхідним здійснення постійного контролю за його функціонуванням та виконання цілого комплексу періодичних перевірок та діагностувань. Разом з тим такий підхід суттєво підвищує вартість експлуатації обладнання та зменшує загальну рентабельність флоту.

З іншого боку, намагання максимального здешевлення морських транспортних перевезень, призводить до зменшення кількості контрольних заходів, спрощення їх процедури з перекладанням максимального числа функцій діагностики на технічні засоби. У такому аспекті, розроблення нових методів технічної експлуатації обладнання на основі застосування сучасних автоматизованих процедур визначення періодичності та обсягу діагностування є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання технічної експлуатації, обслуговування і ремонту суден висвітлюється у роботах Смирнова Н.Н., Ицковича А.А., Волкова Л.І., Барзиловича Е.Ю.

В області розробки теорії прогнозування відомі роботи вчених: І.П. Атаманюка, В.М. Глушкова, М.З. Згуровського, О.Г. Івахненка, В.Д. Кудрицького, Богом'ї В.І., Давидова В.С., Дороніна В.В., Тихонова І.В. та ін. Область технічного прогнозування суднового устаткування досліджена у роботах В.П. Калявіна, А.С. Кобелевої, А.В. Козлова та ін [1-5].

Однак незважаючи на значну кількість публікацій щодо вирішення різноманітних питань експлуатації та ремонту суднового обладнання, не вирішеними залишаються питання щодо визначення методики оцінювання ефективності моделей та методів автоматизації контролю технічного стану засобів річкового та морського транспорту (ЗРМТ).

Формулювання цілей статті

Таким чином, ціллю даної статті є наведення особливостей розроблення моделі та методи автоматизації контролю технічного стану засобів річкового та морського транспорту в технології Integrated Bridge System.

Виклад матеріалів дослідження

Оцінка ефективності запропонованих моделей та методів є важливим елементом наукових досліджень і призначена для формування об'єктивної думки про достовірність теоретичних результатів і практичних рекомендацій при їх впровадженні. Так як моделі і методи автоматизації є підсистемою для забезпечення безвідмовної роботи засобів річкового та морського транспорту, то і оцінювати їх ефективність доцільно за тим впливом, який вони надають на безвідмовність.

На основі принципів системного підходу завдання визначення технічного стану засобу водного транспорту в різноманітних умовах експлуатації доцільно розглядати у наступному вигляді.

Дійсно, забезпечення заданого рівня надійності (безвідмовності) є актуальне. Це завдання вирішується за рахунок виконання вимог правил експлуатації будь-якої техніки та заходів системи технічного обслуговування. Як відомо, причинами відмов, тобто зміни стану засобу водного транспорту у цілому або підсистем та комплектуючих елементів «справний» на «несправний», «критична відмова» та таке інше є: виробіток ресурсу календарного та наробітку; порушення правил експлуатації; конструктивне-виробничі недоліки.

Тому місто самої системи контролю технічного стану ЗРМТ, а також моделей та методів автоматизації процесу контролю технічного стану ЗРМТ в забезпеченні заданого рівня надійності (безвідмовності) доцільно представити наступним чином.

Ефективність безвідмовної роботи, яка, як відомо, визначається через відповідні кількісні показники [1–3] представимо наступним чином

$$\begin{aligned}
 E_{БВ} &= \Delta(E_{ТО}, E_{ТЕ}, E_{КТС}, E_{Р}), \\
 E_{КТС} &= \Lambda(E_{В}, E_{ОБР}), \\
 E_{ОБР} &= \Psi(E_{А}, E_{ПЗ}), \\
 E_{ПЗ} &= \Omega(E_{ММ}, E_{ЗП}).
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

де: $E_{БВ}$ – ефективність безвідмовної роботи ЗРМТ (підсистеми, комплектуючого ЗРМТ);

$E_{ТО}$ – ефективність технічного обслуговування ЗРМТ;

$E_{ТЕ}$ – ефективність технічної експлуатації;

$E_{КТС}$ – ефективність системи контролю технічного стану ЗРМТ;

$E_{Р}$ – ефективність ремонту;

$E_{В}$ – ефективність вимірів параметрів функціонування ЗРМТ;

$E_{ОБР}$ – ефективність обробки інформації про виміри параметрів;

$E_{А}$ – ефективність апаратної складової комп'ютерної системи;

$E_{ПЗ}$ – ефективність математичного та програмного забезпечення;

$E_{ММ}$ – ефективність моделей та методів автоматизації контролю ТС ЗРМТ;

$E_{ЗП}$ – ефективність засобів програмування.

Таким чином, оцінимо ефективність розроблених моделей і методів за ступенем їх впливу на якість забезпечення властивості безвідмовності ЗРМТ. Варто звернути увагу на те, що виявлення впливу моделей і методів автоматизації контролю ТС ЗРМТ на ймовірність безвідмовної роботи та інші показники безвідмовності є маловивченою галуззю наукових досліджень. Як правило, застосовуються спрощена методики, які не дозволяють встановити

реальну ступень впливу моделей і методів автоматизації контролю ТС ЗРМТ на безвідмовність.

Великі можливості досить коректної відповіді на ці питання надає, як відоме, системний підхід. У системному аналізі основним критерієм, що характеризує функціонування підсистеми, прийнято вважати кількісний показник, що дозволяє оцінити її вплив на роботу системи більш високого рівня [5–8]. Для контролю ТС ЗРМТ таким основним кількісним показником ефективності є достовірність контролю – ймовірність того, що результат контролю вірний. Визначення ефективності контролю ТС ЗРМТ засноване на поділі цієї загальної задачі на часткові підзадачі, які послідовно вирішуються в процесі контролю ТС, з оцінкою для кожної з них ймовірності їх успішного виконання. Для цього здійснюється таке поділ процесу контролю ТС, при якому в межах кожного етапу умови експлуатації ЗРМТ залишаються незмінними. Це дозволяє підрахувати ймовірність рішення часткових завдань, а потім ефективність контролю ТС ЗРМТ.

Визначення основних підзадач контролю ТС: вимірювання параметрів функціонування; формування оцінки ТС.

Процес вирішення зазначених підзадач визначає основний зміст контролю ТС і може розглядатися як функціонування ергономічної системи, що представляє собою сукупність дій екіпажу, що враховує умови судоплавання і технічних засобів контролю. У такій постановці процес контролю ТС включає функціонування трьох елементів ергономічної системи: людини (екіпаж), техніку (бортове обладнання контролю) та середу (навігаційну обстановку і інші чинники, які характеризують умови судоплавання).

Під ефективністю вимірювання параметрів функціонування ЗРМТ будемо розуміти ймовірність вимірювання без помилки, що перевищує допустимі величини в межах призначеного інтервалу часу.

Для знаходження ефективності вирішення основних підзадач контролю ТС ЗРМТ необхідно визначити ступінь впливу різних факторів на зазначену вище ймовірність з необхідною точністю. Це можна зробити шляхом декомпозиції процесу з його багаторівневим описом і урахуванням ефективності розв'язання окремих підзадач, під якою домовимося розуміти ймовірність того, що дана задача буде своєчасно вирішена з точністю, не нижче необхідної.

Оцінка ефективності контролю ТС ЗРМТ

Безсумнівно, що ефективність контролю ТС ЗРМТ залежить від ефективності виконання всіх підзадач. Однак при розрахунках показника ефективності контролю в цілому його неможна представляти у вигляді добутку показників ефективності підзадач, внаслідок наявності між ними взаємозв'язку. Тому пропонується досліджувати ефективність контролю ТС ЗРМТ з урахуванням цього взаємозв'язку на основі системного підходу. Суть якого полягає в поділі складного процесу контролю ТС ЗРМТ на більш прості етапи, описі їх властивостей, виявленні їх впливу на ефективність виконання завдання контролю ТС в цілому [8,9].

Процесу контролю ТС ЗРМТ притаманні всі основні риси складних процесів і систем: загальна мета виконання етапів, велике число підетапів, складна структура зв'язків етапів, складна поведінка, яка обумовлюються випадковим характером зовнішніх і внутрішніх збурень на судна і систему контролю, можливість розчленування на простіші цільові етапи, які мають самостійне призначення і локальні цілі. Тому для з'ясування ролі кожного етапу в забезпеченні вирішення завдання безвідмовної роботи і диференційованого аналізу якості виконання складного процесу розділимо її на більш прості етапи, керуючись такими принципами.

1. Кожен з етапів має забезпечити вирішення тільки певних задач, які не дубльовані іншими етапами.

2. Якщо завдання хоча б одного з етапів не виконуються, то загальна задача забезпечення безвідмовності не виконується.

3. Імовірність безвідмовної роботи повинна визначатися добутком умовних ймовірностей виконання завдань на кожному етапі.

Багаторівневий опис (декомпозиція) **забезпечення безвідмовності** передбачає розбиття цього процесу на різні за ієрархією рівні. В основу такого розбиття покладене те завдання, яке вирішується на відповідному рівні.

На першому рівні декомпозиції основним критерієм є ймовірність безвідмовної роботи протягом заданого часу $P_{БВ}$. При забезпеченні безвідмовності обмеження накладається також і на вимоги безпеки. Скористаємося апаратом алгебри логіки для визначення ймовірності безвідмовної роботи.

Нехай B – подія, що полягає в безвідмовної роботи ЗРМТ, тоді справедливо, що

$$B = B_{TO+TE+P} \cap B_{KTC}; B \cap (\overline{B_{TO+TE+P}} \cup \overline{B_{KTC}}) = \emptyset, \quad (2)$$

$$B_{KTC} = B_{OBR} \cap B_{MM}; B_{KTC} \cap (\overline{B_{OBR}} \cup \overline{B_{MM}}) = \emptyset. \quad (3)$$

де $B_{TO+TE+P}$ – подія, що складається у виконанні завдань ТО, ТЕ та ремонту;

B_{KTC} – подія, що складається у виконанні завдань КТС;

B_{OBR} – подія, що складається у виконанні завдань обробки інформації;

B_{MM} – подія, що складається у виконанні завдання автоматизації на основі розроблених моделей і методів.

Отже,

$$B = B_{TO+TE+P} \cap B_{KTC} \cap B_{MM}; B \cap (\overline{B_{TO+TE+P}} \cup \overline{B_{KTC}} \cup \overline{B_{MM}}) = \emptyset. \quad (4)$$

Тоді,

$$P(B) = P(B_{MM})P(B_{KTC} / B_{MM})P(B_{TO+TE+P} / B_{MM} \cap B_{KTC}), \quad (5)$$

де $P(B_{MM})$ – ймовірність вирішення завдання автоматизації на основі розроблених моделей і методів;

$P(B_{KTC} / B_{MM})$ – умовна ймовірність успішного КТС за умови, що вирішене завдання автоматизації на основі розроблених моделей і методів;

$P(B_{TO+TE+P} / B_{MM} \cap B_{KTC})$ – умовна ймовірність вирішення завдань ТО, ТЕ і ремонту за умови, що вирішені завдання КТС та автоматизації на основі розроблених моделей і методів.

Позначимо

$$P(B_{MM}) = P_{MM}; P(B_{KTC} / B_{MM}) = P_{KTC}; P(B_{TO+TE+P} / B_{MM} \cap B_{KTC}) = P_{TO+TE+P};$$

тоді вираз (4) прийме вигляд

$$P_{БВ} = P_{KTC} P_{MM} P_{TO+TE+P}. \quad (6)$$

У даній моделі прийнято допущення про те, що функція $E_{ПЗ} = f(E_{MM})$ є додатною, монотонно-зростаючою.

Таким чином, вирази (2–6) є моделлю безвідмовності на першому рівні декомпозиції.

Основним завданням, розв'язуваної на **другому рівні декомпозиції** забезпечення безвідмовності, є розбиття завдання КТС на ряд етапів, на кожному з яких вирішується своє часткове завдання [10–12]. Суть цього завдання – оцінити певний параметр функціонування підсистем ЗРМТ. На цьому рівні декомпозиції завдання забезпечення безвідмовності

обмежимося вибором необхідної множини параметрів функціонування, вимірювання їх поточних значень, а також обчислення відхилення від номінальних значень, тобто тих які визначають штатний режим експлуатації. (X, Y, Z, t) .

Відповідно до системного підходу, для визначення ефективності КТС етапи слід вибирати так, щоб в межах одного етапу не тільки завдання, але й умови функціонування судна та екіпажу, що впливають на якість її рішення, залишалися незмінними. Основним критерієм ефективності КТС на другому рівні декомпозиції є достовірність контролю параметра функціонування по трьох координатах і часу (X, Y, Z, t) . Саме три координати обрані виходячи зі здорового глузду (наприклад, при оцінці дефектів корпусу судна), хоча в більшості випадків досить і однієї координати: обороти двигуна, температура і ін.

Досвід показує [11], що при вимірюванні тріади (X, Y, Z) і часу t будь-якого параметра функціонування ЗРМТ в цілому або його підсистем при звичайному ході процесу помилки можна вважати незалежними і такими, що підкоряються нормальному розподілу з нульовими математичними очікуваннями і середніми квадратичними відхиленнями, відповідно σ_{X_0} , σ_{Y_0} , σ_{Z_0} , σ_t . За умови, що інтервали допустимих відхилень параметрів по σ симетричні, достовірність контролю кожного параметра з дотриманням заданих вимог можна знайти за формулою

$$P_{KTC} = \Phi\left(\frac{\Delta X}{\sigma_{X_0}}\right)\Phi\left(\frac{\Delta Y}{\sigma_{Y_0}}\right)\Phi\left(\frac{\Delta Z}{\sigma_{Z_0}}\right)\Phi\left(\frac{\Delta t}{\sigma_t}\right), \quad (7)$$

де ΔX – допустиме відхилення параметра по координаті x ;

$\Delta Y, \Delta Z$ – допустимі відхилення параметра за координатами y, z ;

Δt – допустиме відхилення параметра за часом;

$$\Phi(X) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot dt - \text{інтеграл ймовірності.}$$

Вираз (7) записано для одного параметра, тоді для n параметрів воно матиме такий вигляд

$$P_{KTC} = \prod_{i=1}^n P_{KTC_i}, \quad (8)$$

де P_{KTC_i} – має відповідний зміст для i -го параметра. Варто відзначити, що в ряді випадків ця ймовірність носить умовний характер.

Третій рівень декомпозиції спрямований на поетапне розгляд автоматизації з детальним аналізом умов та визначенням процедури для виконання цього завдання. Завданнями етапів можуть бути завдання, які вирішуються кожною моделлю або методом автоматизації контролю ТС ЗРМТ. Завдання вибору на етапі оптимальних моделей може вирішуватися різними методами. Критерієм оцінки ефективності КТС на цьому рівні є ймовірність того, що на основі моделей і методів визначається справжнє ТС ЗРМТ [10–12].

В результаті помилки буде певна відмінність істинного ТС від розрахункового. Згідно з цим визначенням, відстанню n -го порядку кривої $y = f(x)$ до кривої $y = f_1(x)$ на інтервалі від x_0 до x_1 , називається максимум абсолютного значення різниці n -х похідних, тобто

$$y_n = \left| f_1^{(n)}(x) - f^{(n)}(x) \right|_{\max}, \quad x_0 \leq x \leq x_1. \quad (9)$$

Для кожного конкретного параметра фізичний зміст відстаней нульового, першого і другого порядків має свій зміст. У загальному вигляді доцільно записати наступне

$$P_{MM} = \prod_{j=1}^m P_{MMj}, \quad j = \overline{1, m}. \quad (10)$$

де P_{MMj} – відповідна ймовірність, що має сенс для j -тій моделі або методу автоматизації;
 m – кількість моделей і методів.

Варто підкреслити, те що ймовірність $P_{TO+TE+P}$ досить добре розглянута в науковій літературі [1–5]. Тому маємо наступний загальний вигляд

$$P_{TO+TE+P} = \prod_{j=1}^L P_{TO+TE+Pj}. \quad (11)$$

Таким чином, вирази (1–11) визначають етапи методики оцінки ефективності моделей та методів автоматизації контролю технічного стану ЗРМТ, та дають відповідь на питання – як зміниться безвідмовність ЗРМТ за рахунок впровадження запропонованих в роботи моделей та методів автоматизації контролю ТС ЗРМТ. Далі представлено модельний приклад використання даної методики [5–9].

Модельний приклад оцінки впливу моделей та методів автоматизації контролю технічного стану на безвідмовність ЗРМТ

Розглянемо для моделювання наступну ситуацію, яку досліджували на судні типу OCEANIS 423 “THALASSA”, яке після капітального ремонту в 2017 році є сучасним за двигуном та іншим обладнанням. На даному судні уже реалізовані елементи технології Integrated Bridge System, тому майбутнє практичне впровадження наукових результатів дисертаційного дослідження може буди зведено до встановлення в існуючу комп’ютерну систему нового математичного та програмного забезпечення. Вхідні данні на результати розрахунків зведені до таблиць 1 – 6.

Таким чином, застосування запропонованих моделей і методів дозволяє підвищити достовірність контролю технічного стану до 12%. При цьому, за результатами математичного моделювання, можливе підвищення ймовірності виконання безвідмовного судноплавання до 8-10% за рахунок впровадження на практиці.

Таблиця 1

Ефективність контролю параметра (без використання НР)

Характеристика	Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3	
	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Параметр 4	Параметр 5	Параметр 6
$\Delta X, (м)$	3000	29	300	29	1500	230
$\sigma_{X_0}, (м)$	1000	0,2	100	0,2	500	0,2
$\Delta Z, (м)$	3000	30	300	30	1500	30
$\sigma_{Z_0}, (м)$	1000	0,2	100	0,2	500	0,2
$\Delta Y, (м)$	2000	28	200	28	1000	28
$\sigma_{Y_0}, (м)$	10	0,2	10	0,2	10	0,2
$\Delta t, (с)$	2	2	2	2	2	2
$\sigma_t, (с)$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
$P_{КТС}$	0,79	0,79	0,8	0,8	0,81	0,81

Удосконалений метод автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту на основі інтелектуальної моделі вирівнювання динамічних рядів, який на відміну від існуючих використовує математично формалізовані принципи гештальттеорії та ідею мінімізації суми квадратів відхилень утворених точок першого та другого порядку. Застосування методу дозволяє забезпечити компенсацію похибок вимірювань із допустимим індексом розбіжності 0,9-5%.

Таблиця 2

Ефективність моделей та методів (які не включені до НР)

Характеристика	Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3	
	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Параметр 4	Параметр 5	Параметр 6
R_{MM}	0,79	0,81	0,84	0,86	0,89	0,91

Таблиця 3

Ймовірність безвідмовної роботи (без використання НР)

Показник	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
R_{KTC}	0,79	0,8	0,81
R_{MM}	0,8	0,85	0,9
$R_{TO+TE+P}$	0,8	0,9	0,95
R_{BB}	0,51	0,61	0,69

Таблиця 4

Ефективність контролю параметра (з використанням НР)

Характеристика	Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3	
	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Параметр 4	Параметр 5	Параметр 6
R_{KTC}	0,79	0,81	0,80	0,82	0,81	0,83

Таблиця 5

Ефективність моделей та методів (які включені до наукових результатів)

Характеристика	Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3	
	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Параметр 4	Параметр 5	Параметр 6
R_{MM}	0,95	0,97	0,96	0,98	0,97	0,99

Таблиця 6

Ймовірність безвідмовної роботи (з використанням НР)

Показник	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
R_{KTC}	0,8	0,81	0,82
R_{MM}	0,96	0,97	0,98
$R_{TO+TE+P}$	0,8	0,9	0,98
R_{BB}	0,61	0,69	0,78

Висновки

1. Дослідження сучасних веб-технологій дозволяють обрати для використання [ASP.NET MVC Framework](#) – фреймворк для створення веб-додатків, який реалізує шаблон Model-View-Controller. Це аргументоване тим, що, по-перше, будь-якому члену екіпажу зручніше користуватися інформацією про ТС ЗРМТ за допомогою веб-технологій, де в кожного фахівця є певний досвід.

По-друге, архітектурний патерн Model-View-Controller (MVC) розділяє додаток на три основних компоненти: модель, уявлення і контролер. Платформа ASP.NET MVC являє собою альтернативу схем і веб-форм ASP.NET при створенні веб-додатків. По-третє,

ASP.NET MVC є легковаговою платформою відображення з широкими можливостями тестування.

2. Аналіз показав, що оцінку ефективності розроблених моделей та методів автоматизації доцільно виконати по визначенню їх впливу на таку властивість як надійність. А саме, так як ці моделі та методи є підсистемою для забезпечення безвідмовної роботи в цілому ЗРМТ або комплектуючих підсистем та елементів, то і оцінювати їх ефективність доцільно за тим впливом, який вони надають на безвідмовність.

3. Дослідження на модельному прикладі показує, що застосування запропонованих моделей і методів дозволяє підвищити достовірність контролю технічного стану підсистем ЗРМТ до 12 %. При цьому, за результатами математичного моделювання, можливе підвищення ймовірності виконання безвідмовної роботи до 8-10 % за рахунок впровадження на практиці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богом'я В.І., Слезаров О.П., Павленко М. А., Тимочко О. І., Тимощук О.М. за заг. ред О.М. Тимошук. Основи технічної експлуатації автоматизованої системи управління судном: підручник. Київ, 2018. 305 с.
2. Богом'я В.І., Горбань А.В., Павленко М.А., Тимочко О.І., Тимощук О.М.. За заг. ред. О. М. Тимошук. Особливості системного підходу до вирішення наукових завдань експлуатації суднового обладнання: підручник. Київ, 2018. 305 с.
3. Кудрицкий В.Д. Фильтрация, экстраполяция и распознавание реализаций случайных функций / В.Д. Кудрицкий // К.:ФАДА, ЛТД, 2001. 176 с.
4. Полянин А.Д. Справочник по линейным уравнениям математической физики/ А.Д. Полянин // М.: Физматлит, 2001. – 362 с.
5. Острейковский В.А. Теория надежности / В.А. Острейковский // М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.
6. Коломієць О. М., Богом'я В. І. (2017). Методи підвищення ефективності процесу експлуатації судових комплексів. Новітні технології. Вип. 1(3). С. 42–48.
7. Кудрицька Н. В. (2010). Транспортнодорожній комплекс України: сучасний стан, проблеми та шляхи розвитку: монографія. Киев: НТУ. 338 с.
8. Коломієць О. М., Тимощук О.М., Дакі О.А., Трофименко І.В. (2017). Критерій оптимальності процесу технічного обслуговування судових комплексів/ Наука і техніка Повітряних сил Збройних сил України. №4(29). С.132–136.
9. Балихин В.В. Технологическое обеспечение надежности / В.В. Балихин, Д.И. Севастеев // Л.: СПб ЛТА, 2000. – 86 с.
10. Стандарт ISO 17359-2003. Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://norm-load.ru/SNiP>.
11. ДСТУ 2864-94 Надійність техніки. Експериментальне оцінювання. Контроль надійності. Основні положення [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://document.ua/nadiinist-tehniki.-eksperimentalne-ocinyuvannya.-kontrol-nad-nor8510.html>.
12. Богом'я В.І., Давидов В.С., Доронін В.В., Пашков Д.П., Тихонов І.В. Навігаційне забезпечення управління рухом суден (навчальний посібник). Вид.1-е.–К.:ДВВП «Компас», 2012 . 336 с.

**Коломієць А.Н., Кошевой К. И., Максименко Г. С., Морозов С. А., Оболянин М. И.
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ
АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СРЕДСТВ
РЕЧНОГО И МОРСКОГО ТРАНСПОРТА**

Сравнительный анализ аварийности средств водного транспорта свидетельствует об уменьшении подобных ситуаций, но это не снижает актуальность научных исследований в

области повышения эффективности и надежности за счет автоматизации. Анализ иностранного и отечественного опыта внедрения систем автоматизации контроля технического состояния средств водного транспорта свидетельствует о возможности повышения их эффективности и качества функционирования.

Таким образом, несмотря на развитие транспортной отрасли Украины, водного транспорта в частности, актуальным является научное задачи совершенствования существующих и разработки новых моделей и методов автоматизации контроля технического состояния средств водного транспорта в различных условиях эксплуатации, решению этой задачи и посвящена научная статья.

Ключевые слова: речной и морской транспорт, автоматизация, контроль, техническое состояние, методика, модель, метод

Kolomiets O.M., Kosheviy K.I., Maksimenko R.S., Morozov S.O., Obolyanin M.I.
METHOD OF ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF MODELS AND METHODS OF AUTOMATION OF THE CONTROL OF THE TECHNICAL STATE OF THE MEANS OF RIVER AND MARITIME TRANSPORT

Comparative analysis of the accident of water transport means that such situations are reduced, but this does not reduce the relevance of scientific research in the field of efficiency and reliability through automation. Analysis of foreign and domestic experience in the implementation of automation systems to control the technical condition of water transport means that they can significantly improve their efficiency and quality of operation.

Thus, despite the development of the transport industry of Ukraine, water transport in particular, the scientific task of improving existing and developing new models and methods of automation of control of the technical condition of water transport facilities in various operating conditions, the solution of this task and a dedicated scientific article is urgent.

4. — Keywords: **Keywords:** river and sea transport, automation, control, technical condition, methodology, model, method ~~удосконалено модель 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;~~