

Володимир Іванович Богомя (д-р технічних наук, професор, професор кафедри)¹

Юлія Євгенівна Шапран (аспірант університету)¹

Максим Вікторович Кас'яненко (канд. військ. наук, старший викладач кафедри)²

Олександр Вікторович Якобінчук (канд. військ. наук, доцент, доцент кафедри)²

¹ Державний університет інфраструктури та технологій, Київ, Україна

² Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

УЗАГАЛЬНЕНИЙ ПОКАЗНИК ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І МЕТОДИКА ЙОГО ОЦІНЮВАННЯ

Проведено аналіз відомих методів оцінювання ефективності контролю технічного стану радіотехнічних засобів морських суден і чинників, що впливають на ефективність їх експлуатації. Обґрунтовано, що найбільша достовірність такого оцінювання забезпечується узагальненим векторним показником. Виділені основні етапи формування узагальненого показника ефективності контролю технічного стану радіотехнічних засобів. Визначені необхідні умови розв'язання задачі синтезу оптимальної системи контролю технічного стану радіотехнічних засобів з метою забезпечення потрібної ефективності їх експлуатації.

Ключові слова: показник ефективності, контроль, технічний стан, радіотехнічні засоби

ВСТУП

Актуальність проблеми. Радіотехнічні засоби встановлюються на судах з метою забезпечення радіотелефонного зв'язку з берегом та іншими судами, прийому ширококомовної радіотрансляції та сигналів часу, забезпечення навігаційної інформації а також для передачі сигналів аварії.

Різноманітні станції стеження та інші радіотехнічні засоби крім суден розміщуються на наземних окремих командно-вимірювальних комплексах для забезпечення безаварійної експлуатації суден. Від надійності та справного функціонування радіотехнічних засобів залежить оперативність і економічність виконання морських перевезень судами [1, 2].

На систему контролю технічного стану радіотехнічних засобів покладаються наступні завдання [3].

1. Своєчасне виявлення факторів, що можуть суттєво впливати на їх функціонування, й розробка своєчасної реакції на підвищення надійності.

2. Виявлення можливих збоїв у роботі та прийняття заходів щодо їх усунення.

3. Оцінювання ефективності та надійності функціонування засобів.

4. Забезпечення своєчасного виявлення відмов. Система ефективного контролю – це така система, яка контролює у потрібний час і надає потрібну інформацію щодо подальшого функціонування засобів ще до того моменту, коли може розпочатися відмова.

5. Забезпечення економічності. Будь-який контроль не повинен коштувати більше, ніж він дає для досягнення цілей. Якщо цього правила не можна дотриматися, треба спростити контроль, або

зовсім відмовитися від нього.

Отже, ефективність контролю технічного стану радіотехнічних засобів характеризує ступінь досягнення мети контролю під час експлуатації. Таким чином, при розгляді ефективності контролю необхідно оцінити ефективність проведення операцій з вимірювання параметрів радіотехнічних засобів з метою визначення їх технічного стану [4].

Аналіз літератури. Дослідження ефективності контролю технічного стану можуть проводитися при вирішенні двох груп завдань [3 – 6]:

– при оцінюванні ефективності операцій з вимірювання параметрів радіотехнічних засобів;

– при виборі оптимальної системи контролю радіотехнічних засобів при експлуатації.

Оцінювання ефективності контролю технічного стану передбачає формулювання мети, вибір і обґрунтування показників ефективності та обчислення їх значень для заданих умовах і стратегій експлуатації радіотехнічних засобів. Оцінювання ефективності контролю технічного стану використовується при вирішенні наступних завдань:

– встановлення (визначення) технічного стану радіотехнічних засобів;

– аналіз впливу факторів, що впливають на ефективність контролю (похибки засобів контролю, допуски на параметри контролю, умови контролю та експлуатації);

– виявлення вкладу елементів системи контролю на ефективність експлуатації радіотехнічних засобів;

– пошук шляхів і способів підвищення ефективності контролю.

Завдання вибору оптимальних рішень з контролю технічного стану радіотехнічних засобів пе-

редбачають додатково формування критерію ефективності, на підставі якого вибирається найкращий варіант дій. Завдання вибору виникає в процесі синтезу системи контролю, тобто при формуванні структури такої системи і виборі оптимальної стратегії щодо здійснення вимірювальних операцій.

Метою статті є розробка узагальненого показника ефективності контролю технічного стану радіотехнічних засобів і формулювання методики його оцінювання.

Основна частина

У загальній проблемі вибору оптимальних рішень при дослідженні ефективності контролю технічного стану радіотехнічних засобів вирішуються наступні завдання [5]:

- визначення оптимальної структури системи контролю;
- розробка вимог до підсистем і елементів системи контролю;
- формування стратегії здійснення вимірювальних операцій;
- оптимальний розподіл ресурсів між підсистемами системи контролю;
- визначення раціонального режиму експлуатації засобів системи контролю;
- вироблення оптимального плану здійснення вимірювальних операцій відповідними підрозділами.

При цьому, за запобіжник ефективності контролю, тобто заходи ступеня відповідності реальному результату операції необхідно, використовують показники ефективності. Показник ефективності формально введемо як математичне очікування функції відповідності реальних результатів операції її цілі f^c :

$$W_k = M[f^c(R, R_M)],$$

де R – вектор параметрів результату контролю;
 R_M – вектор параметрів мети контролю.

В даний час при вирішенні завдань оцінювання ефективності в області організації системи контролю технічних систем використовуються різні показники ефективності. Однак вони в основному є скалярними, тобто, за змістом, ефективність операції характеризується одним показником. Разом з тим показники, які характеризують операції з вимірювання параметрів, за своєю природою є комплексними, що враховують різні аспекти функціонування як засобів і об'єктів контролю, так й умови контролю. Тому ефективність контролю не може характеризуватися за допомогою тільки одного показника ефективності.

Мета контролю технічного стану радіотехнічних засобів досягається вирішенням багатьох завдань, ефективність кожного з яких оцінюється відповідним частковим показником, при цьому згорнути ці показники в один узагальнений іноді не вдається. Отже, доцільно введення векторного показника ефективності контролю технічного стану радіотехнічних засобів:

$$W_k = \langle W_1, W_2, \dots, W_i, \dots, W_N \rangle, \quad (1)$$

де W_i – частковий показник ефективності і-тої вимірювальної операції, $i = \overline{1, N}$;

N – число метрологічних операцій.

Контролю технічного стану радіотехнічних засобів можна представити як частину їх процесу експлуатації, спрямованої на досягнення глобальної мети – підтримання систем у справному стані та готовності до використання для забезпечення безаварійної експлуатації суден. Тому ефективність контролю визначається не тільки властивостями цієї системи контролю, але й її корисністю для експлуатації суден у загалі. Отже, показник ефективності контролю повинен відобразити вплив операцій з вимірювання параметрів радіотехнічних систем на ефективність експлуатації суден.

Розглянемо основні фактори, що впливають на ефективність контролю технічного стану радіотехнічних засобів. На ефективність контролю впливає безліч факторів, які можна поєднати в три основні групи:

- якість залучених сил і засобів проведення операцій з вимірювання параметрів об'єкта контролю, тобто елементів структури системи контролю;
- форми і способи застосування залучених сил і засобів, що становлять стратегію контролю;
- умови обстановки, що визначаються особливостями об'єктів вимірювань, системи експлуатації та визначають дію зовнішніх факторів.

Для отримання показника ефективності необхідно встановлення динамічної взаємозв'язку між властивостями контролю, способами і умовами проведення вимірювальних операцій та метою, яка визначається системою експлуатації як радіотехнічних засобів, так і суден у цілому.

Основними властивостями контролю технічного стану, які найбільш впливають на його ефективність, є інформативність, оперативність і економічність.

Інформативність характеризує здатність системи контролю отримувати досить повні відомості про стан об'єкта контролю, оперативність – швидкість, своєчасність отримання й представлення вимірювальної інформації в систему управління експлуатацією об'єкта контролю, а економічність відображає витрати матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів на виконання операцій контролю.

Слід підкреслити, що зазначені властивості контролю технічного стану тісно взаємопов'язані. Оперативність контролю залежить від його інформативності, так як на отримання інформації потребує певного часу. У свою чергу, помилки у прийнятті рішень, обумовлені недостатністю інформації, призводять до зниження готовності об'єкта контролю, додаткових витрат часу на проведення поглибленого контролю. Економічність контролю залежить від його інформативності та оперативності, що пов'язано з витратами матеріальних і трудових ресурсів на створення відповідних технічних засобів і на їх експлуатацію.

Однак властивості контролю технічного стану знаходяться не тільки в єдності, але і в протиріччі. Поліпшенню одного з цих властивостей неминуче перешкоджають два інших. Співвідношення між ними не залишається незмінним, воно залежить від якості рішення задач синтезу системи контролю у цілому, етапу, умов і стратегії експлуатації об'єкта контролю.

Мірою інтенсивності прояву властивостей контролю технічного стану є показники інформативності I , оперативності O і економічності E . Інформативність, оперативність і економічність контролю залежать від якості використання засобів контролю, стратегії їх застосування, особливостей і умов експлуатації об'єкта контролю, а також від факторів впливу (особливості експлуатації радіотехнічних засобів у морських умовах):

$$I = I(\Psi, \Omega, \Theta, V_Z);$$

$$O = O(\Psi, \Omega, \Theta, V_Z);$$

$$E = E(\Psi, \Omega, \Theta, V_Z),$$

де Ψ – вектор показників якості засобів контролю;

Ω – вектор показників, які характеризують стратегію проведення операцій з вимірювання параметрів об'єкта контролю;

Θ – вектор показників якості об'єкта контролю;

V_Z – вектор показників інтенсивності факторів впливу (умов експлуатації).

Вектор параметрів результату контролю технічного стану радіотехнічних засобів представимо у виді:

$$R = \langle I, O, E \rangle.$$

Вектор параметрів мети контролю R_M визначається потрібними значеннями показників інформативності I^0 , оперативності O^0 та економічності E^0 , які задаються для системи управління експлуатацією радіотехнічних засобів:

$$R = \langle I^0, O^0, E^0 \rangle.$$

Таким чином, для оцінювання ефективності контролю технічного стану радіотехнічних засобів відповідно до узагальненого показника W_k (1) необхідно:

– сформулювати мету контролю технічного стану, визначити вектор параметрів мети контролю R_M , задати його кількісні характеристики;

– установити основні якості засобів контролю Ψ , які впливають на ефективність контролю;

– задати тип і параметри стратегії проведення операцій з вимірювання параметрів об'єкта контролю Ω ;

– визначити основні якості показників якості об'єкта контролю та стратегію його експлуатації Θ , які впливають на ефективність контролю;

– виявити фактори впливу (умов експлуатації) V_Z , які впливають на систему контролю;

– встановити залежність показників інформативності, оперативності та економічності контро-

лю від показників якості засобів контролю Ψ , характеристик об'єкта контролю та стратегії його експлуатації Θ , параметрів стратегії його застосування Ω і засобів впливу V_Z ;

– визначити характер залежності результатів R контролю технічного стану від показників інформативності, оперативності та економічності;

– вибрати (розрахувати) функцію відповідності f^c результатів R операції контролю її меті R_M й отримати співвідношення для показника ефективності W_k .

Наявність узагальненого показника ефективності контролю технічного стану, а також формування критерію ефективності для вибору найкращої структури системи контролю та стратегії її застосування є необхідною умовою успішного розв'язання задач синтезу оптимальної системи контролю технічного стану радіотехнічних засобів.

Задача визначення ефективної системи контролю технічного стану радіотехнічних засобів W_k формулюється наступним чином: необхідно визначити такий склад системи контролю, при якому векторний критерій ефективності $V_e(I, O, E)$ приймає своє максимальне значення:

Для розв'язання такої багатокритеріальної задачі оптимізації пропонується використовувати метод послідовних поступок. Для цього слід провести ранжування часткових критеріїв відносно їх важливості, розташуємо їх у порядку убавання: I, O, E .

Таким чином, ефективна система контролю технічного стану радіотехнічних засобів отримується при розв'язанні задачі оптимізації:

$$1) \text{ знайти } W_k : \max I(W_k);$$

$$2) \text{ знайти } W_k : \max O(W_k) \text{ або } \{-\tau(W_k)\}$$

$$\text{при умові } I(W_k) \geq \max I(W_k) - \Delta_I;$$

$$3) \text{ знайти } W_k : \max E(W_k)$$

$$\text{при умові } I(W_k) \geq \max I(W_k) - \Delta_I; \text{ умові } O(W_k) \geq \max O(W_k) - \Delta_O,$$

де Δ_I, Δ_O – значення поступок першого та другого критерію відповідно.

Висновки

Розроблена методика оцінювання узагальненого показника ефективності контролю технічного стану радіотехнічних засобів, яка враховує параметри засобів контролю, об'єктів контролю та стратегію та умови їх експлуатації. Запропонована задача оптимізації основних елементів система контролю технічного стану радіотехнічних засобів для забезпечення необхідного рівня ефективності її функціонування на етапі експлуатації суден.

Наступні публікації будуть направлені на розробку математичної моделі «зразок (система), що контролюється – засіб контролю» і оцінювання показників ефективності експлуатації радіотехнічних засобів морського транспорту за допомогою такої моделі.

Список літератури

1. Лукьянович Н.В. Морской транспорт в мировой экономике. – М.: Моркнига, 2009. – 162 с.
2. Морская радиоэлектроника / Соловьев И.В. и др.; под ред. Кравченко В.А. – СПб.: Политехника, 2003. – 185 с.
3. Надежность и эффективность в технике: справочник в 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдеевский (пред.) и др. – М.: Наука, 1986. – Т. 3: Эффективность технических систем / Под ред. А.И. Рембезы. – 224 с.
4. Надежность и эффективность в технике: справочник в 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдеевский (пред.) и др. – М.: Наука, 1986. – Т. 2: Математические методы в теории надежности и эффективности. Терминология /

Под ред. В.В. Гнеденко. – 280 с.

5. Чинков В.Н., Герасимов С.В., Яковлев М.Ю. Комплексный экономический показатель эффективности метрологического обслуживания сложных технических объектов // Системы обработки информации. Зб. наук. пр. – Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вип. 5 (15). – С. 7-12.
6. Чинков В.Н., Герасимов С.В. Технико-экономический показатель эффективности эксплуатации сложных технических комплексов // Наукові праці IV-ї міжнародної науково-технічної конференції “Метрологія та вимірювальна техніка”: В 2-х т. – Харків: ННЦ „Інститут метрології”, 2004. – Т. 1. – С. 134-136.

ОБОБЩЕННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И МЕТОДИКА ЕГО ОЦЕНКИ

Владимир Иванович Богомя (д-р технических наук, профессор, профессор кафедры)¹

Юлия Евгеньевна Шапран (аспирант университета)¹

Максим Викторович Касьяненко (канд. воен. наук, старший преподаватель кафедры)²

Александр Викторович Якобинчук (канд. воен. наук, доцент, доцент кафедры)²

¹ *Государственный университет инфраструктуры и технологий, Киев, Украина*

² *Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

Проведен анализ известных методов оценки эффективности контроля технического состояния радиотехнических средств морских судов и факторов, влияющих на эффективность их эксплуатации. Обосновано, что достоверность такой оценки обеспечивается обобщенным векторным показателем. Выделены основные этапы формирования обобщенного показателя эффективности контроля технического состояния радиотехнических средств. Определены необходимые условия решения задачи синтеза оптимальной системы контроля технического состояния радиотехнических средств с целью обеспечения требуемой эффективности их эксплуатации.

Ключевые слова: показатель эффективности, контроль, техническое состояние, радиотехнические средства

GENERALIZED INDICATOR OF EFFICIENCY OF CONTROL OF THE TECHNICAL STATE OF RADIO ENGINEERING MEANS AND THE METHODOLOGY OF ITS ASSESSMENT

Volodymyr I. Bohomia (Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of a Department)¹

Yulia E. Shapran (after graduate student)¹

Maksym V. Kasianenko (Candidate of Military Sciences, Senior Teacher of a Department)²

Oleksandr V. Yakobinchuk (Candidate of Military Sciences, Associate Professor, Associate Professor of a Department)²

¹ *The State University of Infrastructure and Technology, Kyiv, Ukraine*

² *The National Defence University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovskiy, Kyiv, Ukraine*

The analysis of known methods for assessing the effectiveness of monitoring the technical condition of radio equipment of sea-going vessels and factors affecting the efficiency of their operation. It is justified that the validity of such an assessment is ensured by a generalized vector index. The main stages of the formation of a generalized indicator of the effectiveness of monitoring the technical state of radio engineering equipment are singled out. The necessary conditions for solving the problem of synthesizing an optimal control system for the technical state of radio engineering facilities are determined in order to ensure the required efficiency of their operation.

Key words: efficiency index, control, technical condition, radio engineering means