

Загальні питання

УДК 621.317(045)

DOI: 10.30748/nitps.2019.35.24

О.А. Даки

Державний університет інфраструктури та технологій, Київ, Україна

МЕТОД РОЗРАХУНКУ КРИТЕРІЮ ЧУТЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ РАДІОНАВІГАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗАСОБІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Показано, що збої у роботі радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту під час руху за маршрутом можуть привести до значних додаткових витрат, що обумовлене відхиленням від визначеного маршруту. Обґрунтовано, що контроль технічного стану радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту на сьогодні є одним із способів підтримання їх у справному стані та істотно впливає на ефективність виконання ними поставлених завдань. Це пов'язано й з тим, що переважна більшість зазначених зразків радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту працюють у агресивному середовищі. Обґрунтовано, що оптимальні характеристики системи контролю технічного стану радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту необхідно розраховувати за умови забезпечення максимального (мінімального) значення відповідного критерію. Отже, постановка та розв'язання завдання розрахунку оптимальних характеристик зазначеної вище системи контролю передбачає визначення конкретних критеріїв синтезу. Метою даної роботи є розробка методу розрахунку критерію чутливості про технічний стан радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту. Сформульоване завдання визначення оптимального методу контролю технічного стану радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту. Оптимальний є такий метод, який при заданій апріорній області "відхилення" параметрів контролю, заданому рівні завади, необхідному часі контролю дозволяє максимально звузити апостеріорну область "відхилення" параметрів системи (або функції цих параметрів). Розроблений метод розрахунку критерію чутливості про технічний стан радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту. Такий метод пропонується використовувати при обґрунтуванні оптимальних характеристик системи контролю технічного стану радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту при експлуатації. Подальші дослідження пропонується направити на обґрунтування та розрахунок інших критеріїв оптимальності та проведення їх порівняння.

Ключові слова: *радіонавігаційний комплекс, засоби водного транспорту, критерій чутливості, параметри контролю.*

Вступ

Помилки у визначенні технічного стану радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту можуть привести до неправильного визначення положення (координат) засобів водного транспорту під час руху за маршрутом або до аварій. Це є причинами додаткових витрат на транспортування за рахунок відхиленням від визначеного маршруту або аварійного простою засобів водного транспорту [1–4]. Таким чином, контроль технічного стану радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту, які приймають участь у визначенні маршруту руху, дозволяє підвищити достовірність прийняття правильного рішення щодо подальшої експлуатації таких засобів чи їх складових елементів. Це пов'язано й з тим, що переважна більшість радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту функціонує в агресивних умовах [5–6].

Систему контролю технічного стану радіотехнічних систем засобів водного транспорту пропону-

ється будувати за критерієм "оптимізація – ефективність – вартість". Це передбачає комплексний, системний підхід до обґрунтування апаратури (засобів) контролю технічного стану радіотехнічних систем засобів водного транспорту та методів проведення такого контролю [6–16].

Формулювання проблеми. Оптимальні характеристики системи контролю технічного стану радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту необхідно розраховувати за умови забезпечення максимального (мінімального) значення відповідного критерію. Отже, постановка та розв'язання завдання розрахунку оптимальних характеристик зазначеної вище системи контролю передбачає визначення конкретних критеріїв синтезу [5; 14; 16].

Таким чином, наукове завдання розробки методу розрахунку критерію чутливості контролю про технічний стан радіонавігаційних комплексів є актуальним для сучасної теорії та практики контролю технічного стану засобів водного транспорту.

Метою даної роботи є розробка методу розрахунку критерію чутливості контролю радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту.

Виклад основного матеріалу

Метод розрахунку критерію чутливості контролю радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту

Під чутливістю методу контролю розуміємо ступінь реакції вихідного сигналу на зміну параметрів системи. Наприклад, за оцінку можна взяти максимальну величину непогодження за час спостереження вихідного сигналу T або середнє за час спостереження значення модулю непогодження [16] тощо. Величина непогодження, яка викликана виходом даного параметра q_j , пропорційна коефіцієнту чутливості за цим параметром $a_j(t) = \partial y(t) / \partial q_j$.

Геометрично величина $a_j(t)$ представляє собою складові градієнта функції $y(t, q)$ у просторі змінних q :

$$\nabla y(t, q) = \{a_1(t), a_2(t), \dots, a_n(t)\}.$$

При контролі технічного стану радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту визначають, як правило, не параметри q_j , а величини

$$\Delta z_i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \Delta q_j, \text{ які утворюють лінійний підпростір}$$

змінних q_j , розмірності m . Тому від коефіцієнтів чутливості за параметрами q_j слід перейти до коефіцієнтів чутливості за параметрами z_i . Ці коефіцієнти повинні визначатися як похідні величини $\Delta y(t)$ за величинами z_i при умові, що інші величини z_j при $j \neq i$ залишаються постійними. Оскільки підпростір Z ортонормований, то коефіцієнти чутливості $b_i(t)$ за параметрами z_i є похідними величини $\Delta y(t)$ у напрямі нормалі до гіперплощини $\Delta z_i = const$, тобто до гіперплощини $\sum_{j=1}^n \alpha_{ij} q_j = const$. Оскільки, величини α_{ij} задоволь-

няють умові $\sum_{k=1}^n \alpha_{ik} \alpha_{jk} = \delta_{ij}$, то при кожному фіксованому i величини α_{ij} представляє собою складові одиничного вектора нормалі до гіперплощини $\Delta z_i = const$:

$$\bar{n}_i = \{\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \dots, \alpha_{in}\}, i = \overline{1, m}.$$

Похідна величини Δy у напрямі нормалі до гіперплощини $\Delta z_i = const$, тобто $b_i(t)$ буде, отже, дорівнювати множенню ∇y і \bar{n}_i :

$$b_i(t) = \left. \frac{\partial y}{\partial z_i} \right|_{z_j = const, j \neq i} = (\bar{n}_i, \nabla y) = \sum_{j=1}^n \frac{1}{\alpha_{ij}} a_j(t). \quad (1)$$

У матричній формі коефіцієнти чутливості за величинами множини Z запишемо так:

$$b^m = \frac{1}{\alpha} a^m. \quad (2)$$

За допомогою коефіцієнтів чутливості $b_i(t)$ зміна величини вихідного сигналу Δy на підпросторі величин Z може бути записана наступним чином:

$$\Delta y / z = \sum_{i=1}^m b_i(t) \Delta z_i = \Delta y_1(t).$$

Величина $\Delta y / z$, яка визначена таким чином, не чутлива до тих змін величин q_j , які не змінюють величини z_i .

За величину непогодження приймемо середньоквадратичну оцінку, тобто інтеграл від квадрата величини $\Delta y / z$, узятий за час $[0, T]$. Така оцінка не є одиночно можливою, і її вибір обґрунтовано тільки наочністю та простотою отриманих виразів.

Усреднену за всіма значеннями Δz_i величину цієї оцінки будемо в подальшому називати чутливістю S . Таким чином

$$S = \int_0^T \langle \Delta y_1^2(t) \rangle dt = \sum_{i,k} \langle \Delta z_i \Delta z_k \rangle \int_0^T b_i(t) b_k(t) dt. \quad (3)$$

Так як величини Δz_i ортонормовані, то $\langle \Delta z_i \Delta z_k \rangle = \delta_{ik}$ і для величини S отримаємо

$$S = \int_0^T \sum_{i=1}^m b_i^2(t) dt. \quad (4)$$

У випадку дискретної вибірки вихідного в моменти часу (точках дискретизації) t_k ($k = \overline{1, s}$), будемо мати:

$$S = \sum_{k=1}^s \sum_{i=1}^m b_i^2(t_k). \quad (5)$$

У матричній формі співвідношення (4) і (5) приймають вигляд:

$$S = Sp(b^m b).$$

Після підстановки замість b^m його значення з (2) і з врахуванням $b = (b^m)^m = \left(\frac{1}{\alpha} a^m\right)^m = a \left(\frac{1}{\alpha}\right)^m$, знайдемо:

$$S = Sp \left[\frac{1}{\alpha} a^m a \left(\frac{1}{\alpha} \right)^m \right]. \quad (6)$$

Після використання виразу (6), отримаємо:

$$S = Sp \left[\frac{1}{\alpha} \tilde{R}_y \left(\frac{1}{\alpha} \right)^m \right] - \sigma_{\xi}^2 Sp E = Sp \left[\frac{1}{\alpha} \tilde{R}_y \left(\frac{1}{\alpha} \right)^m \right] - m \sigma_{\xi}^2.$$

Для спрощення подальших розрахунків за міру чутливості використаємо величину S' :

$$S' = Sp \left[\frac{1}{\alpha} \tilde{R}_y \left(\frac{1}{\alpha} \right)^m \right]. \quad (7)$$

Оскільки при заданій перешкоді величина σ_{ξ}^2 постійна, то оптимізація величини S' повністю еквівалентна оптимізації величини S .

Позначимо $\tilde{R}'_y = \frac{1}{\alpha} \tilde{R}_y \left(\frac{1}{\alpha} \right)^m$. Як було показано вище, множення оператора, діючого в просторі векторів q , зліва на $\frac{1}{\alpha}$, а справа на $\left(\frac{1}{\alpha} \right)^m$, проектує цей оператор з простору q розмірності n в підпростір z розмірності m , так що \tilde{R}'_y є оператор, діючий у підпросторі z . Власні значення цього оператора позначимо через λ'_i , $i = \overline{1, m}$. Так як Sp оператора дорівнює сумі його власних значень, то з (7):

$$S' = \sum_{i=1}^m \lambda'_i. \quad (8)$$

Як видно з цієї формули, чутливість S або S' також є інваріантною оцінкою контролю, тобто не залежить від вибору змінних q_j і z_i .

Зміст розглянутої вище оцінки можна пояснити також іншим чином. Розіб'ємо увесь простір q на підпростір z розмірності m і ортогональний до нього підпростір z' розмірності $n - m$. Орти підпростору z' ортогональні усім ортам підпростору z . Сукупність ортів підпростору z і підпростору z' утворює повну ортонормовану систему, яка отримується деяким поворотом в просторі q . За допомогою цієї системи ортів величина вихідного сигналу є:

$$\Delta y = \sum_{i=1}^m b_i(t) \Delta z_i + \sum_{j=m+1}^n b'_j(t) \Delta z_j + \xi(t) = \Delta y_1(t) + \Delta y_2(t) + \xi(t). \quad (9)$$

Корисну інформацію про величини z_i несе тільки частина вихідного сигналу $\Delta y_1(t)$. Складова вихідного сигналу $\Delta y_2(t)$ не залежить від величин z_i . Вона визначається тільки тими змінними z'_i , які не підлягають визначенню в результаті контролю. Ця складова при контролі заважає визначенню величин z_i і є, отже, перешкодою. Оскільки підпрос-

тори z і z' ортогональні друг другу, то величини z_i і z'_i незалежні, що означає $\langle z_i z'_i \rangle = 0$. Звідси виходить, що складові вихідного сигналу $\Delta y_1(t)$ і $\Delta y_2(t)$ також незалежні (некорельовані). Дійсно, з (9) отримаємо

$$\langle \Delta y_1(t) \Delta y_2(t) \rangle = \sum_{i,j} b_i(t) b'_j(t) \langle \Delta z_i \Delta z'_j \rangle = 0.$$

Відміна складової $\Delta y_2(t)$ від перешкоди $\xi(t)$ полягає в тому, що величина $\Delta y_2(t)$ у різні моменти часу t_1 і t_2 сильно корельовані друг з другом на усьому інтервалі контролю $[0, T]$:

$$\langle \Delta y_2(t_1) \Delta y_2(t_2) \rangle = \sum_i b'_i(t_1) b'_i(t_2) \neq 0.$$

Величина чутливості S визначає чутливість тільки корисної частини сигналу $\Delta y_1(t)$, що виходить з (3).

Перспективи застосування

Задача оптимізації контролю за чутливістю може бути сформульована наступним чином: при заданій тривалості контролю T або кількості відліків вихідного сигналу s знайти такий оптимальний вимірювальний сигнал $u_{opt}(t)$, при якому величина чутливості S найбільша (максимальна):

$$S(\{u_{opt}\}) = \max_{\{u\}} S(\{u\}).$$

Як видно з (4) і (5), чутливість S зі збільшенням тривалості контролю T або кількості відліків s монотонно зростає, то розв'язання поставленої задачі визначає також оптимальний вимірювальний сигнал $u_{opt}(t)$, який при заданій чутливості забезпечує мінімальну тривалість контролю.

Причому величина S не залежить від дисперсії перешкоди σ_{ξ}^2 , а величина чутливості S' залежить від неї адитивно, отже, оптимальний вимірювальний сигнал не буде залежати від перешкоди σ_{ξ}^2 . Інакше, сигнал $u_{opt}(t)$, який забезпечує максимальну чутливість або мінімальний час контролю при деякому рівні перешкоди, буде їх забезпечувати і при іншій перешкоді [5; 12].

Висновки

Розроблений метод розрахунку критерію чутливості контролю радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту. Такий метод пропонується використовувати при обґрунтуванні оптимальних характеристик системи контролю технічного стану

радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту при експлуатації.

Запропонований критерій чутливості контролю радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту характеризує також час вимірювання параметрів контролю. Отже, критерій чутливості контролю радіонавігаційних комплексів засобів водного

транспорту впливає на оперативність визначення технічного стану радіонавігаційних комплексів засобів водного транспорту та прийняття рішення щодо їх подальшої експлуатації.

Подальші дослідження пропонується направити на дослідження інших критеріїв оптимальності та проведення їх порівняння.

Список літератури

1. К вопросу построения автоматизированной системы мониторинга параметров высокоточного навигационного поля / В.В. Каретников, И.В. Пашенко, А.И. Соколов, И.Г. Кузнецов // Морская радиоэлектроника. – 2015. – № 2(52). – С. 24-27.
2. Соловьев И. Морская радиоэлектроника / И. Соловьев. – Санкт-Петербург: Политехника, 2003. – 185 с.
3. Rogers R.M. Applied Mathematics in Integrated Navigation Systems / R.M. Rogers // AIAA Educational Series. – American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc, Reston, VA, 2003.
4. Grewal, M.S. Global Positioning Systems, Inertial navigation and integration / M.S. Grewal, L.R. Weill, A.P. Andrews. – Wiley, New York, 2007.
5. Герасимов С.В. Синтез полигармонийного вимірювального сигналу з будь-якою кількістю точок перемикання / С.В. Герасимов, О.А. Дакі, М.Ю. Яковлев // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2018. – № 79(2). – С. 73-76. <https://doi.org/10.23939/istcmtm2018/02/073>.
6. Admiralty list of radio signals “Global maritime distress and safety system (GMDSS)”. – Vol. 5. – NP 285. – 2000. – 338 p.
7. Герасимов С.В. Розробка та дослідження методу розрахунку достовірності вимірювального контролю параметрів радіотехнічних систем морського транспорту / С.В. Герасимов, Ю.Є. Шапран, В.В. Кірвас // Системи озброєння і військова техніка. – 2017. – № 4(52). – С. 5-10.
8. Басов В.Г. Измерительные сигналы и функциональные устройства их обработки / В.Г. Басов. – Минск: БГУИР, 119 с.
9. Norman Friedman. The Naval Institute Guide to World Naval Weapon System / Norman Friedman. – Naval Institute Press, 2006. – 858 p.
10. Страхов А.Ф. Автоматизированные измерительные комплексы / А.Ф. Страхов. – М.: Энергоиздат, 1990. – 216 с.
11. Herasimov S. Measures of efficiency of dimensional control under technical state designation of radio-technical facilities / S. Herasimov, Yu. Shapran, M. Stakhova // Системи обробки інформації. – 2018. – Вип. 1(152). – С. 148-154. <https://doi.org/10.30748/soi.2018.152.21>.
12. Theoretical basic concepts for formation of the criteria for measurement signals synthesis optimality for control of complex radio engineering systems technical status / A. Bractslavska, S. Herasimov, H. Zubrytskyi, A. Tymochko, A. Timochko // Системи обробки інформації. – 2017. – № 5(151). – С. 151-157.
13. Qr Griffiths B.E. Optimal control of jump-linear gaussian systems / B.E. Qr Griffiths, K.A. Loparo // Int. J. of Control. – 1985. – Vol. 42. – No. 4. – P. 791-819.
14. Герасимов С.В. Методика обґрунтування номенклатури параметрів контролю радіотехнічних систем і призначення їх допустимих відхилень / С.В. Герасимов, В.В. Грідіна // Системи обробки інформації. – 2018. – Вип. 2(153). – С. 159-164. <https://doi.org/10.30748/soi.2018.153.20>.
15. Чинков В.М. Методика синтезу вимірювальних сигналів для контролю технічного стану зразків озброєння при локальному обмеженні / В.М. Чинков, С.В. Герасимов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 1(14). – С. 194-197.
16. Characteristics of radiolocation scattering of the SU-25T attack aircraft model at different wavelength ranges / S. Herasimov, Y. Belevshchuk, I. Ryapolov, O. Tymochko, M. Pavlenko, O. Dmitriiev, M. Zhyvytskyi, N. Goncharenko // Information and Controlling Systems: Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – 6/9 (96). – P. 22-29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.152740>.

References

1. Karetnikov, V.V., Pashchenko, I.V., Sokolov, A.I., Kuznetsov, I.G. (2015), “K voprosu postroyeniya avtomatizirovannoy sistemy monitoringa parametrov vysokotochnogo navigatsionnogo polya” [To the question of constructing an automated system for monitoring the parameters of a high-accuracy navigation field], *Marine Radio Electronics*, No. 2(52), pp. 24-27.
2. Solov'ev, I. (2003), “*Morskaya radioelektronika*” [*Marine Radio Electronics*], Politekhnik, Sankt-Peterburg, 185 p.
3. Rogers, R.M. (2003), Applied Mathematics in Integrated Navigation Systems, *AIAA Educational Series*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc, Reston, VA.
4. Grewal, M.S., Weill, L.R. and Andrews, A.P. (2007), *Global Positioning Systems, Inertial navigation and integration*, Wiley, New York.
5. Herasymov, S., Daki, O. and Yakovlev, M. (2018), “Syntez poliharmoniynoho vymiryval'noho syhnalu z bud'yakoyu kil'kisty tochok peremykannya” [Synthesis of polyharmonic measuring signal with any number of switching points], *Measuring Equipment and Metrology*, No. 79(2), pp. 73-76. <https://doi.org/10.23939/istcmtm2018/02/073>.

6. Admiralty list of radio signals (2000), *Global maritime distress and safety system (GMDSS)*, Vol. 5, NP 285, 338 p.
7. Herasimov, S., Shapran, Yu. and Kirvas, V. (2017), Development and research of the method of calculating the reliability of the measurement control parameters of radio engineering systems of maritime transport, *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 4(52), pp. 5-10.
8. Basov, V.G., (2013), “*Izmeritel'nye signaly I funktsional'nye ustroistva ih obrabotki*” [Measuring calls and functional units of their treatment], BGUIR, Minsk, 119 p.
9. Norman Friedman (2006), *The Naval Institute Guide to World Naval Weapon System*, Naval Institute Press, 858 p.
10. Strakhov, A.F. (1990), “*Avtomatyzirovannye yzmeritel'nye komplekсы*” [Automated measuring complexes], Énerhoizdat, Moscow, 216 p.
11. Herasimov, S., Shapran, Yu. and Stakhova, M. (2018), Measures of efficiency of dimensional control under technical state designation of radio-technical facilities, *Information Processing Systems*, No. 1(152), pp. 148-154. <https://doi.org/10.30748/soi.2018.152.21>.
12. Bractslavska, A., Herasimov, S., Zubrytskyi, H., Tymochko, A. and Timochko, A. (2017), Theoretical basic concepts for formation of the criteria for measurement signals synthesis optimality for control of complex radio engineering systems technical status, *Information Processing Systems*, No. 5(151), pp. 151-157.
13. Qriffsiths, B.E. and Loparo, K.A. (1985), Optimal control of jump-linear gaussian systems, *Int. J. of Control*, Vol. 42, No. 4, pp. 791-819.
14. Herasimov, S. and Gridina, V. (2018), Method justification nomenclature control parameters of radio systems and purpose of their permissible deviations, *Information Processing Systems*, No. 2(153), pp. 159-164. <https://doi.org/10.30748/soi.2018.153.20>.
15. Chinkov, V.N. and Herasimov, S.V. (2013), “*Metodika sintezy vimiryuval'nyh signaliv dlya controlyu tehničnogo stany zrazkiv ozbroennya pri local'nomy obmezenni*” [The method of synthesis of measuring signals is for control of the technical state of standards of armament at local limitation], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 1 (14), pp. 194-197.
16. Herasimov, S., Belevshchuk, Y., Ryapolov, I., Tymochko, O., Pavlenko, M., Dmitriiev, O., Zhyvytskyi, M. and Goncharenko, N. (2018), Characteristics of radiolocation scattering of the SU-25T attack aircraft model at different wavelength ranges, *Information and Controlling Systems: Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, No. 6/9 (96), pp. 22-29. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.152740>.

Надійшла до редколегії 13.03.2019

Схвалена до друку 9.04.2019

Відомості про автора:

Дакі Олена Анатоліївна

кандидат педагогічних наук доцент
Державного університету інфраструктури та технологій,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-3932-462X>

Information about the author:

Olena Daki

Candidate of Pedagogical Sciences Associate Professor
of State University of Infrastructure and Technology,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3932-462X>

МЕТОД РАСЧЕТА КРИТЕРИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КОНТРОЛЯ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ СРЕДСТВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Е. Даки

Показано, что сбои в работе радионавигационных комплексов средств водного транспорта во время движения по маршруту могут привести к значительным дополнительным затратам, что обусловлено отклонением от определенного маршрута. Обосновано, что контроль технического состояния радионавигационных комплексов средств водного транспорта на сегодня является одним из способов поддержания их в исправном состоянии и существенно влияет на эффективность выполнения ими поставленных задач. Это связано и с тем, что подавляющее большинство указанных образцов радионавигационных комплексов средств водного транспорта работают в агрессивной среде. Обосновано, что оптимальные характеристики системы контроля технического состояния радионавигационных комплексов средств водного транспорта необходимо рассчитывать при условии обеспечения максимального (минимального) значения соответствующего критерия. Итак, постановка и решение задачи расчета оптимальных характеристик указанной выше системы контроля предусматривает определения конкретных критериев синтеза. Целью данной работы является разработка метода расчета критерия чувствительности о техническом состоянии радионавигационных комплексов средств водного транспорта. Сформулированную задачу определения оптимального метода контроля технического состояния радионавигационных комплексов средств водного транспорта. Оптимальный такой метод, при заданной априорной области “отклонения” параметров контроля, заданном уровне помехи, необходимом времени контроля позволяет максимально сузить апостериорную область “отклонения” параметров системы (или функции этих параметров). Разработанный метод расчета критерия чувствительности о техническом состоянии радионавигационных комплексов средств водного транспорта. Такой метод предлагается использовать при обосновании оптимальных характеристик системы контроля технического состояния радионавигационных комплексов средств водного

транспорта при експлуатації. Дальнейшие исследования предлагается направить на обоснование и расчет других критериев оптимальности и проведения их сравнительного анализа.

Ключевые слова: радионавигационный комплекс, средства водного транспорта, критерий чувствительности, параметры контроля.

CALCULATION METHOD OF THE CRITERION OF CONTROL DIRECTIVES RADIONAVIGATION COMPLEX COMPLEXES OF WATER TRANSPORT

O. Daki

It has been shown that failures in the operation of the radio navigation complexes of water transport vehicles while traveling along the route may lead to significant additional costs due to deviations from the identified route. It is substantiated that the control of the technical state of the radio navigation complexes of water transport means is one of the ways of maintaining them in good condition and significantly influences the efficiency of their tasks. This is due to the fact that the overwhelming majority of these samples of radio navigation complexes of water transport vehicles operate in an aggressive environment. It is substantiated that optimal characteristics of the system of control of the technical condition of radio navigation complexes of water transport facilities should be calculated provided that the maximum (minimum) value of the relevant criterion is ensured. Consequently, the formulation and solution of the problem of calculating the optimal characteristics of the above control system involves the definition of specific synthesis criteria. The purpose of this work is to develop a method for calculating the sensitivity criterion for the technical state of the radio navigation complexes of water transport vehicles. The task of determining the optimal method for controlling the technical state of the radio navigation complexes of water transport means is formulated. The optimal method is that, at a given a priori area, the "deviation" of the control parameters, the set level of interference, the required time of control allows to minimize the a posteriori region of "deviation" of the parameters of the system (or the functions of these parameters). The method of calculating the sensitivity criterion for the technical state of the radio navigation complexes of water transport facilities is developed. This method is proposed for use in substantiating the optimal characteristics of the control system of the technical state of the radio navigation complexes of water transport vehicles during operation. Subsequent studies are proposed to justify and calculate other criteria of optimality and compare them.

Keywords: radio navigation complex, means of water transport, sensitivity criterion, control parameters.