

ЗАХИСТ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОБЛАДНАННЯ / SOFTWARE & HARDWARE ARCHITECTURE SECURITY

DOI: 10.18372/2225-5036.28.17369

ВИМОГИ ДО ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Володимир Хорошко¹, Василь Кузавков²,
Олег Янковський³, Юлія Болотюк⁴

¹Національний авіаційний університет, Україна

^{2, 3, 4}Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, Україна



ХОРОШКО Володимир Олексійович, д.т.н., проф.

Рік та місце народження: 1945 рік, м. Харків, Україна.

Освіта: Київський інститут інженерів цивільної авіації, 1968 рік.

Посада: професор кафедри безпеки інформаційних технологій.

Наукові інтереси: інформаційна безпека, технічні системи захисту інформації, аналіз функціонування складних систем.

Публікації: більше 500 наукових публікацій, серед яких наукові статті, монографії, підручники та навчально-методичні посібники.

E-mail: professor_va@ukr.net.

ORCID ID: 0000-0001-6213-7086.



КУЗАВКОВ Василь Вікторович, д.т.н., доц.

Рік та місце народження: 1966 рік, м. Дзержинськ, Мінська область, Білорусь.

Освіта: Київське вище інженерне радіотехнічне училище протиповітряної оборони імені Маршала авіації О. І. Покришкіна, 1988 рік.

Посада: начальник кафедри побудови телекомунікаційних систем з 2016 року.

Наукові інтереси: методи і засоби технічного діагностування, теорія автоматичного та автоматизованого управління, електромагнітна сумісність, технічні канали витоку інформації.

Публікації: понад 150 наукових публікацій, серед яких наукові статті, монографії, навчальні посібники, тези та матеріали доповідей на конференціях.

E-mail: nevse@ukr.net.

ORCID ID: 0000-0002-0655-9759.



ЯНКОВСЬКИЙ Олег Георгійович, к.т.н.

Рік та місце народження: 1971 рік, м. Одеса, Україна.

Освіта: Київське вище інженерне радіотехнічне училище протиповітряної оборони імені Маршала авіації О. І. Покришкіна, 1993 рік.

Посада: доцент кафедри телекомунікаційних систем та мереж.

Наукові інтереси: системи автоматичного управління, сучасні інформаційні технології, теорія технічного діагностування.

Публікації: більше 90 наукових публікацій, серед яких наукові статті, монографії, навчальні посібники, патенти, тези та матеріали доповідей на конференціях.

E-mail: oleh.yankovskyy@viti.edu.ua.

ORCID ID: 0000-0001-8041-1843.



БОЛОТЮК Юлія Володимирівна

Рік та місце народження: 1993 рік, м. Прилуки, Чернігівська область, Україна.

Освіта: Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації Державного університету телекомунікацій, 2015 рік.

Посада: ад'юнкт науково-організаційного відділу Військового інституту телекомунікацій та інформатизації імені героїв Крут.

Наукові інтереси: методи і засоби технічного діагностування.

Публікації: 8 наукових публікацій, серед яких наукові статті, патенти, тези та матеріали доповідей на конференціях.

E-mail: yuliiia.bolotiuk@viti.edu.ua.

ORCID ID: 0000-0002-3805-6419.

Анотація. Обґрунтування вимог до безвідмовності, контролепридатності і ремонтпридатності, а також визначення ймовірностей виникнення помилок першого і другого роду при роботі комплексних засобів діагностики систем з вбудованим програмним забезпеченням є однією із основних задач, які виникають на попередньому етапі розробки і проектування подібного типу засобів діагностики. Готовність об'єкта діагностики може бути охарактеризована показником готовності - ймовірністю зберігання працездатності об'єкта у довільний момент часу його використання за призначенням. Особливо це важливо для комплексних технічних систем захисту інформації на об'єктах, які складаються з багатьох підсистем різноманітного призначення і складності. Запропонована в роботі формалізована процедура дозволяє формувати вимоги до комплексних засобів діагностики обчислювальних систем і систем з вбудованим програмним забезпеченням у випадку відсутності інформації про важливість показників, що характеризують безпеку об'єкта на попередньому етапі проектування технічних засобів, та обґрунтовувати їх при наявності мінімальної кількості інформації на етапі проектування останніх.

Ключові слова: технічне діагностування, діагностичні параметри, комплексні засоби діагностики, об'єкт діагностування, системи захисту інформації, складні технічні системи.

Постановка проблеми

Однією із основних задач, які виникають на попередньому етапі розробки і проектування комплексних засобів діагностики (КЗД) систем з вбудованим програмним забезпеченням є обґрунтування вимог до безвідмовності, контролепридатності і ремонтпридатності, а також визначення ймовірностей виникнення у КЗД помилок першого і другого роду. При системному підході до проектування КЗД, ці вимоги можуть бути обґрунтованими, виходячи із забезпечення заданого рівня готовності кінцевої системи, яка для КЗД є об'єктом діагностування (ОД). Готовність ОД може бути охарактеризована ймовірністю зберігання працездатності об'єкта у довільний момент часу його використання за призначенням. Це показник готовності K_r . Особливо це важливо для комплексних технічних систем захисту інформації на об'єктах, які складаються з багатьох підсистем різноманітного призначення і складності. У всіх цих підсистемах широко використовуються обчислювальні засоби та складові з вбудованим програмним забезпеченням, які об'єднуються у єдину систему, що координує та керує комплексною системою захисту об'єкта.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Основою обґрунтування вимог до безпеки, контролепридатності і ремонтпридатності КЗД, є значення показника готовності $K_{зг}$ і показника готовності K_r визначеного ОД. Вимоги (підходи) щодо обґрунтування значень ймовірностей виник-

нення в ЗД помилок першого та другого роду вперше були означені у роботах [1, 2].

Наведена в роботі формалізована процедура дозволяє вказувати на вимоги до КЗД обчислювальних систем (систем з вбудованим програмним забезпеченням) та комплексно їх обґрунтовувати при наявності мінімальної кількості інформації на етапі проектування КЗД.

Виклад основного матеріалу дослідження

Сформулюємо задачу, яка розв'язується. Задана сукупність задач діагностування, які можуть бути вирішені КЗД у процесі взаємодії з ОД і значення показників, що характеризують безпеку об'єкта: закон розподілення значень напрацювання ОД до виникнення у ньому дефектів λ_o ; контролепридатність об'єкта M_o , тривалість перевірки τ_{μ} і прогнозування τ'_{no} працездатності ОД; ремонтпридатність об'єкта τ_o , тривалість аварійного τ'_{μ} і профілактичного τ_{μ} відновлення ОД; організація використання об'єкта И (тривалість використання ОД T_o і тривалість перерв між наступним використанням T_n); організація процесу діагностування D (тривалість T періоду діагностування).

Потрібно визначити значення показників, що характеризують безпеку λ_r , контролепридатність M_r і ремонтпридатність τ_r КЗД, а також значення ймовірностей виникнення в КЗД помилок першого та другого роду, які забезпечують заданий

рівень K_{3r} показника K_r готовності ОД, якщо безпека λ_r , контролепридатність M_r і ремонтпридатність τ_r КЗД, відповідно, характеризують середнє напрацювання T_{λ_r} КЗД до виникнення у них дефекту. Тривалість перевірки τ_{μ_r} працездатності і тривалість τ'_{γ_r} відновлення КЗД, помилки першого (другого) роду характеризуються ймовірністю $\alpha(\beta)$ того, що ЗД формує результат «в КЗД наявні (відсутні) дефекти» при їх відсутності (наявності).

Ця задача розв'язується для об'єктів діагностування, які мають здатність відновлюватися, при низці обмежень:

-процес переходів системи діагностування (СД) із стану в стан, що визначається характером взаємодії ОД і КЗД у часі, описується напівмарківським процесом;

-частини, що не підлягають діагностуванню у ОД і КЗД, відсутні;

-значення напрацювання СД до виникнення у них дефектів підлягають дисперсійному закону розподілення.

Вирішення означеної задачі полягає у визначенні $T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta$ з рівняння:

$$K_r(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta) = K_{3r}, \quad (1)$$

з урахуванням обмежень:

$$\left. \begin{aligned} T_{\lambda_r}^H < T_{\lambda_r} < T_{\lambda_r}^B, \\ \tau_{\mu_r}^H < \tau_{\mu_r} < \tau_{\mu_r}^B, \\ \tau'_{\gamma_r} < \tau'_{\gamma_r} < \tau_{\gamma_r}^B, \\ 0 < \alpha < 1, \\ 0 < \beta < 1 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

де $K_r(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta)$ - функція, яка описує аналітичну залежність показника K_r готовності ОД від показників $T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta$.

Індекси «Н» і «В», відповідають нижнім та верхнім граничним (допустимим) значенням показників $T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}$.

При коректному заданні величини K_{3r} , із множини показників $T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta$ може існувати, принаймні, одна комбінація, яка є розв'язанням виразів (1) і (2), тобто забезпечує K_{3r} . Прямий перебір з дискретними кроками по шуканим показникам $T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta$ не завжди може забезпечити необхідну точність обчислення виразів (1) і (2). Тому ці вирази доцільно розглядати як оптимізаційну задачу. Такий підхід передбачає введення цільової функції, яка у математичному виразі відображає ціль оптимізації системи, що проектується, і

дозволяє із множини допустимих варіантів побудови КЗД обрати оптимальний.

Цільову функцію можна обрати з наступних міркувань. Значення: $T_{\lambda_r} = T_{\lambda_r}^B, \tau_{\mu_r} = \tau_{\mu_r}^H, \tau'_{\gamma_r} = \tau_{\gamma_r}^H, \alpha = 0, \beta = 0$, найкраще з точки зору готовності ОД оскільки:

$$K_r(T_{\lambda_r} = T_{\lambda_r}^B, \tau_{\mu_r} = \tau_{\mu_r}^H, \tau'_{\gamma_r} = \tau_{\gamma_r}^H, \alpha = 0, \beta = 0) = K_{r_{\max}}.$$

Однак, за умовою задачі, достатньо забезпечити заданий рівень K_{3r} готовності ОД. Ця обставина вимагає переміщення рівняння (1) в число обмежень. У якості цільової функції є доцільним використовувати функцію виду:

$$R = \left[\left(\frac{T_{\lambda_r}^B - T_{\lambda_r}}{T_{\lambda_r}^B} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{\mu_r} - \tau_{\mu_r}^H}{\tau_{\mu_r}^H} \right)^2 + \left(\frac{\tau'_{\gamma_r} - \tau_{\gamma_r}^H}{\tau_{\gamma_r}^H} \right)^2 + \alpha^2 + \beta^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

і забезпечити у процесі проектування її мінімум.

Функція R представляє собою «відстань» до уявної точки у просторі показників $T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta$.

При цьому можливе деяке погіршення кожного із шуканих показників у порівнянні з заданими $T_{\lambda_r} = T_{\lambda_r}^B, \tau_{\mu_r} = \tau_{\mu_r}^H, \tau'_{\gamma_r} = \tau_{\gamma_r}^H, \alpha = 0, \beta = 0$.

Однак, це погіршення розподіляється по всій множині шуканих показників і є мінімально можливим. Наведене вище припущення дозволяє сформулювати задачу оптимізації у наступному вигляді, коли потрібно знайти \min функції R :

$$R = \left[\left(\frac{T_{\lambda_r}^B - T_{\lambda_r}}{T_{\lambda_r}^B} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{\mu_r} - \tau_{\mu_r}^H}{\tau_{\mu_r}^H} \right)^2 + \left(\frac{\tau'_{\gamma_r} - \tau_{\gamma_r}^H}{\tau_{\gamma_r}^H} \right)^2 + \alpha^2 + \beta^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

$$\{T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta\} \in M, \quad (3)$$

при обмеженнях для M :

$$\left. \begin{aligned} T_{\lambda_r}^H &\leq T_{\lambda_r} \leq T_{\lambda_r}^B, \\ \tau_{\mu_r}^H &\leq \tau_{\mu_r} \leq \tau_{\mu_r}^B, \\ \tau'_{\gamma_r} &\leq \tau'_{\gamma_r} \leq \tau_{\gamma_r}^B, \\ 0 &< \alpha < 1, \\ 0 &< \beta < 1 \\ K_r(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta) &= K_{3r} \end{aligned} \right\}. \quad (4)$$

Наступним етапом є знаходження залежності $K_{3r} = K_r(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta)$. З цієї метою вивчаються умови експлуатації ОД і СД, у результаті чого визначається кінцева дискретна множина $E = \{e_1 \dots e_m\}$ всіх можливих несумісних станів, у яких може знаходитися СД у процесі взаємодії з ОК і КЗД.

Для отримання множини несумісних станів СД $E = \{e_1, e_m\}$ складається математична напівмарківська модель взаємодії ОД і КЗД, яка представляє

собою орієнтований граф $G(\varphi, p)$ можливих переходів СД зі стану у стан [3]. Вершини графу $G(\varphi, p)$ відповідають можливим несумісним станам СД, а гілки характеризують можливі переходи СД зі стану у стан.

Для побудови моделі взаємодії ОД і КЗД - графу $G(\varphi, p)$ - за допомогою математичного апарату теорії напівмарківських процесів [4] виводиться аналітичний вираз:

$$K_{3r} = K_{\Gamma}(\Lambda_o, M_o, \tau_o, И, D, T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta). \quad (5)$$

У результаті підстановки у (5) заданих значень показників, які характеризують безвідмовність Λ_o , контролепридатність M_o , ремонтпридатність τ_o і організацію И використання ОД з організацією процесу діагностування D , отримується вихідна залежність

$$K_{3r} = K_{\Gamma}(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \alpha, \beta). \quad (6)$$

На підставі вивчення умов експлуатації ОД і КЗД, а також можливостей отримання у процесі виготовлення КЗД відповідних показників, встановлюються нижні ($T_{\lambda_r}^H, \tau_{\mu_r}^H, \tau_{\gamma_r}^H$) та верхні ($T_{\lambda_r}^B, \tau_{\mu_r}^B, \tau_{\gamma_r}^B$) граничні (допустимі) значення показників $T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}$. Отримаємо, таким чином, таку область: $O = \left\{ [T_{\lambda_r}^H, T_{\lambda_r}^B], [\tau_{\mu_r}^H, \tau_{\mu_r}^B], [\tau_{\gamma_r}^H, \tau_{\gamma_r}^B], [0, 1], [0, 1] \right\}$, всередині якої знаходяться всі рішення задачі (3) і (4).

Для отримання єдиного рішення складається система рівнянь

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial T_{\lambda_r}^2} K_{\Gamma}(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta) &> 0, \\ \frac{\partial^2}{\partial \tau_{\mu_r}^2} K_{\Gamma}(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta) &> 0, \\ \frac{\partial^2}{\partial \tau_{\gamma_r}^2} K_{\Gamma}(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta) &> 0, \\ \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} K_{\Gamma}(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta) &> 0, \\ \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} K_{\Gamma}(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta) &> 0 \end{aligned} \right\}$$

і вирішується відносно $T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta$.

У області: $O^* =$

$$\left\{ [T_{\lambda_r}^{*H}, T_{\lambda_r}^{*B}], [\tau_{\mu_r}^{*H}, \tau_{\mu_r}^{*B}], [\tau_{\gamma_r}^{*H}, \tau_{\gamma_r}^{*B}], [\alpha^{*H}, \alpha^{*B}], [\beta^{*H}, \beta^{*B}] \right\} < 0,$$

де індекс «*» позначає знайдене рішення, фігура, що описана залежністю (6) є опуклою, а задача оптимізації (3) і (4) зводиться до знаходження *min* функції R :

$$R = \left[\left(\frac{T_{\lambda_r}^{*B} - T_{\lambda_r}}{T_{\lambda_r}^{*B}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{\mu_r} - \tau_{\mu_r}^{*H}}{\tau_{\mu_r}^{*H}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{\gamma_r} - \tau_{\gamma_r}^{*H}}{\tau_{\gamma_r}^{*H}} \right)^2 + \alpha^2 + \beta^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

$$\{T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta\} \in M^* \quad (7)$$

при обмеженнях M^* :

$$\left. \begin{aligned} T_{\lambda_r}^{*H} \leq T_{\lambda_r} \leq T_{\lambda_r}^{*B}, \\ \tau_{\mu_r}^{*H} \leq \tau_{\mu_r} \leq \tau_{\mu_r}^{*B}, \\ \tau_{\gamma_r}^{*H} \leq \tau_{\gamma_r} \leq \tau_{\gamma_r}^{*B}, \\ \alpha^{*H} < \alpha < \alpha^{*B}, \\ \beta^{*H} < \beta < \beta^{*B}, \\ K_{\Gamma}(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta) = K_{3r} \end{aligned} \right\}. \quad (8)$$

Наступний крок розв'язання поставленої задачі - визначення вимог до показників $T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta$ КЗД. Позначимо через \bar{X} вектор-стовпець з компонентами: $x_1 = T_{\lambda_r}, x_2 = \tau_{\mu_r}, x_3 = \tau_{\gamma_r}, x_4 = \alpha, x_5 = \beta; \bar{X} [T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta]^T$ (індекс «Т» позначає операцію транспонування), а через $\bar{X} = [\hat{T}_{\lambda_r}, \hat{\tau}_{\mu_r}, \hat{\tau}_{\gamma_r}, \hat{\alpha}, \hat{\beta}]^T$ - вектор, що забезпечує мінімум функції (7) при обмеженнях (8), тобто рішення задачі (7) і (8).

Задача (7) і (8) являє собою задачу мінімізації при наявності обмежень [5]. Для її рішення зведемо задачу умов мінімізації (7) при наявності обмежень (8) до задачі безумовної мінімізації без обмежень деякої іншої функції $F(\bar{X}) = F(T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau_{\gamma_r}, \alpha, \beta)$, яку в подальшому будемо називати штрафною. Для цього побудуємо $\bar{F}(\bar{X})$ виду:

$$F(\bar{X}) = \left[\left(\frac{X_1^{*B} - X_1}{X_1^{*B}} \right) + \left(\frac{X_2 - X_2^{*H}}{X_2^{*H}} \right) + \left(\frac{X_3 - X_3^{*H}}{X_3^{*H}} \right) + X_4^2 + X_5^2 \right]^{\frac{1}{2}} +$$

$$\sum_{i=1}^5 C_i \left\{ |X_i - X_i^{*H}| - (X_i - X_i^{*H}) \right\} +$$

$$\sum_{i=6}^{10} C_i \left\{ |X_i^{*B} - X_i| - (X_i^{*B} - X_i) \right\} + \quad (9)$$

$$C_{11} \left\{ \left| K_{\Gamma}(\bar{X}) - K_{3r} \right| - \left[K_{\Gamma}(\bar{X}) - K_{3r} \right] \right\} +$$

$$C_{12} \left\{ \left| K_{3r} - K_{\Gamma}(\bar{X}) \right| - \left[K_{3r} - K_{\Gamma}(\bar{X}) \right] \right\},$$

де $C_{11} \div C_{12}$ - деякі суттєві додатні числа, які впливають на швидкість пошуку мінімуму функції (9) і обрані на основі того, що при порушенні обмежень (8) значення штрафів були б співрозмірними зі значення функції, що мінімізувалася (7).

Через $\tilde{X} = [\tilde{T}_{\lambda_r}, \tilde{\tau}_{\mu_r}, \tilde{\tau}'_{\gamma_r}, \tilde{\alpha}, \tilde{\beta}]$ позначимо вектор, якій забезпечує мінімум штрафної функції (9) і, таким чином, є рішенням задачі без умов мінімізації - знайти \tilde{X} при якому:

$$F(\tilde{X}) = \min F(\bar{X}). \quad (10)$$

Слід відмітити, що якщо \tilde{X} задовольняє умовам задачі (10), то \tilde{X} задовольняє і задачі (7), (8), тобто $\tilde{X} = \tilde{X}^*$.

За побудовою функція (9) не може бути диференційованою в області M^* допустимих значень \tilde{X}^* . Тому для вирішення (10) доцільно використовувати методи оптимізації, які не потребують обчислень часткових похідних, наприклад, метод прямого пошуку [6,7].

У результаті рішення задачі (10) за допомогою програми, яка реалізує алгоритм вибраного методу оптимізації, знаходиться вектор \tilde{X} , компоненти $\tilde{T}_{\lambda_r}, \tilde{\tau}_{\mu_r}, \tilde{\tau}'_{\gamma_r}$, якого приймаються у якості вимог до безпеки, контролепридатності і ремонтпридатності КЗД, а $\tilde{\alpha}$ і $\tilde{\beta}$ - до значень ймовірностей виникнення в КЗД помилок першого та другого роду.

Висновки. Запропонована формалізована процедура дозволяє обґрунтувати вимоги до КЗД у випадку відсутності інформації про важливість показників $T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta$ на попередньому етапі

проекування технічних засобів. Якщо така інформація наявна, мінімізована цільова функція для проектування КЗД буде мати вигляд:

$$R = \left[K_1 \left(\frac{T_{\lambda_r}^B - T_{\lambda_r}}{T_{\lambda_r}^B} \right)^2 + K_2 \left(\frac{\tau_{\mu_r} - \tau_{\mu_r}^H}{\tau_{\mu_r}^H} \right)^2 + K_3 \left(\frac{\tau'_{\gamma_r} - \tau'_{\gamma_r}^H}{\tau_{\gamma_r}^H} \right)^2 + K_4 \alpha^2 + K_5 \beta^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

де $K_1 - K_5$ - вагові коефіцієнти, які характеризують важливість відповідних $T_{\lambda_r}, \tau_{\mu_r}, \tau'_{\gamma_r}, \alpha, \beta$. В решті випадків процедура повторюється запропонованим методом.

Якщо область O^* неможлива для використання, то запропоновану процедуру слід застосувати до тієї з областей, яка буде обрана, виходячи з додаткових умов.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. Основи системного аналізу. К:вид. група ВНУ, 2007. 544 с.
- [2] Квейд Э. Анализ сложных систем. Изд. 2-е. М: Мир,1999. 406 с.
- [3] О.Оре. Теория графов. М: Наука, 1980. 336с.
- [4] И.Б. Герубах. Модели профилактики. Изд. 2-е доп. и перев. М: Сов. радио, 1989. 236 с.
- [5] Р. Штойер. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения. М: Радио и связь, 1992. 504 с.
- [6] Д. Химмельблоу. Прикладное нелинейное программирование. М: Мир, 1985. 536 с.
- [7] С.И. Зуховицкий, А.И. Авудеева. Линейное и выпуклое программирование. Изд. 2-е. М: Наука, 1987. 468 с.

УДК 621.317

Khoroshko V., Kuzavkov V., Iankovskii O., Bolotniuk Y. Requirements for diagnostic tools of computer systems

Abstract. The substantiation of the requirements for reliability, controllability and maintainability, as well as the determination of the probabilities of errors of the first and second kind during the operation of complex diagnostic tools for systems with built-in software is one of the main tasks that arise at the preliminary stage of development and design of this type of diagnostic tools. The readiness of the object of diagnostics can be characterized by the indicator of readiness - the probability of maintaining the operational efficiency of the object at an arbitrary moment in time when it is used for its intended purpose. This is especially important for complex technical information protection systems at facilities, which consist of many subsystems of various purposes and complexity. The formalized procedure proposed in the paper allows formulating requirements for complex diagnostic tools for computer systems and systems with built-in software in the absence of information about the importance of indicators characterizing the safety of the object at the previous stage of designing technical equipment, and substantiating them in the presence of a minimum amount of information on at the design stage of the latter.

Keywords: technical diagnostics, diagnostic parameters, complex diagnostic tools, object of diagnostics, information protection systems, complex technical systems.

Хорошко Володимир Олексійович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету.

Volodymyr Khoroshko, doctor of technical sciences, professor, professor of the department of security of information technologies of the National Aviation University

Кузавков Василь Вікторович, доктор технічних наук, доцент, начальник кафедри побудови телекомунікаційних систем Військового інституту телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут.
Vasyl Kuzavkov, Dc.S, Head of the Department of Construction of telecommunication systems of the Military Institute of Telecommunications and Informatization named after the Heroes of Kruty.

Янковський Олег Георгійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри телекомунікаційних систем та мереж Військового інституту телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут.
Oleg Iankovskii, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor department of telecommunication systems and networks of the Military Institute of Telecommunications and Informatization named after the Heroes of Kruty.

Болотюк Юлія Володимирівна, ад'юнкт науково-організаційного відділу Військового інституту телекомунікацій та інформатизації імені героїв Крут.
Yuliia Bolotiuk, Adjunct (postgraduate) of the Scientific and organizational department of the Military Institute of Telecommunications and Informatization named after the Heroes of Kruty.

Отримано 23 вересня 2022 року, затверджено редколегією 14 листопада 2022 року
