

УДК 519.816

Сергій Володимирович БОДРОВ,
Державний університет телекомунікацій, м. Київ

МЕТОДИКА ВИЯВЛЕННЯ НЕСТІЙКИХ ВІДМОВ І ЗБОЇВ У СИСТЕМАХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ВІДЕОКОНТРОЛЮ

У статті побудована методика виявлення нестійких відмов і збоїв у системах інтелектуального відеоконтролю на прикордонних пунктах пропуску. Суть методики полягає в тому, що при виявленні суперечностей в діагностичній інформації на прикордонних пунктах пропуску модуль накопичує модернізований синдром протягом певного часу і далі виконує алгоритм дешифрування синдрому. У результаті виконання алгоритму можливо виявити модулі і лінії інформаційного обміну в системах інтелектуального відеоконтролю з нестійкими відмовами.

Ключові слова: *система інтелектуального відеоконтролю, нестійка відмова, збої, діагностична інформація, прикордонні пункти пропуску.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Стрімкий розвиток сучасних інформаційних технологій та комп'ютеризація процесів людської діяльності зумовлюють перехід в електронну площину всіх аспектів взаємовідносин між людьми, організаціями та державою. Використання інформаційно-телекомунікаційних систем і засобів у сфері митної справи потребує особливої уваги не лише тому, що це одна

© Бодров С. В.

з найважливіших основ функціонування сучасної національної економіки, але й тому, що Україна чітко визначилась із курсом своєї інтеграції до європейської спільноти, приєдналась до ряду міжнародних угод та конвенцій, стала членом багатьох міжнародних організацій, де митна справа розвивається шляхом упровадження й використання новітніх розробок в інформаційній сфері, зокрема, побудові систем інтелектуального відеоконтролю.

Виконання заходів з реалізації Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, міжнародний досвід використання митними органами зарубіжних держав сучасних технічних засобів обумовлює необхідність запровадження сучасних технологій.

На системи інтелектуального відеоконтролю (СІВ) покладаються такі завдання:

здійснення контролю за переміщенням товарів та транспортних засобів комерційного призначення у межах контрольованих територій в режимі “реального часу”, шляхом аналізу зчитаних номерних знаків транспортних засобів комерційного призначення та причепів/напівпричепів при в’їзді/виїзді до/з контрольованої території та при переміщенні контрольованою територією, а також фото- відеофіксація переміщення товарів та транспортних засобів комерційного призначення контрольованою територією;

виключення впливу людського фактора на етапі виявлення ситуації/пригоди/аварії/інциденту та процес прийняття рішення щодо реагування;

запобігання вчиненню корупційних дій та інших правопорушень у пунктах пропуску для автомобільного сполучення на державному кордоні України;

мінімізація часових затримок при отриманні повної інформації про ситуацію/пригоду/аварію/інцидент, зменшення частки виконання окремих процедур у ручному режимі при аналізі відеоінформації та прийнятті рішень тощо.

З огляду на вищевказане потребують вирішення проблемні питання, пов’язані з побудовою СІВ, які б були стійкими до різного типу відмов та збоїв.

У даній роботі розглядається система обміну даних мережі відео-контролю на прикордонних пунктах пропуску, що належить до класу складних організаційних систем. У системі обмін даними відбувається на основі технології локальних обчислювальних мереж. Вона складається з вузлів комутації і каналів (ліній) зв'язку між ними. Головною вимогою, що ставиться до системи обміну даних, є виконання нею основної функції – забезпечення абонентів мережі потенційною можливістю доступу до розподілених інформаційних ресурсів, об'єднаних у систему обміну даних. У сучасних умовах на систему обміну даними впливають внутрішні (відмови, збої, помилки) і зовнішні (навмисне пошкодження) фактори. Тому завдання своєчасного знаходження відмов і збоїв є актуальною.

Під нестійкою відмовою в роботі розуміється відмова, яка у деякий момент часу може перебувати в активному стані, порушуючи при цьому правильне функціонування системи інтелектуального відео-контролю, і в інший момент часу – у пасивному стані, дозволяючи СІВ працювати коректно [1]. Іншими словами, нестійка відмова – це така відмова, вплив якої на поведінку СІВ має місце тільки в певні моменти часу.

На відміну від постійних відмов для нестійких розрізняється їх існування в СІВ та їх активна поведінка. Простим прикладом нестійкої відмови є наявність в СІВ некоректності, яка робить вплив на правильне функціонування СІВ при певних обставинах, наприклад, при впливі різних збурюючих чинників [2].

Суть діагностування нестійких відмов полягає в можливому виявленні відмови за рахунок виконання перевірок, що повторюються, в моменти активної фази нестійкої відмови, накопичення і подальшого аналізу модернізованого синдрому. Особливість даного підходу на відміну від існуючих [3–5] полягає в тому, що процедура діагностування здійснюється одночасно з вирішенням робочих завдань і є фоною по відношенню до них. Завдяки цьому виключається вплив процедури діагностування на обчислювальний процес у системі інтелектуального відеоконтролю. Такий підхід може бути здійснено лише при реалізації випадкової структури діагностичних зв'язків. Якщо

аналіз синдрому показує наявність суперечностей у результатах перевірок між підмножинами модулів, то в системі виникли збої, нестійкі відмови або некоректності каналів інформаційного обміну. Такі ситуації відмов прийнято називати гібридними [6]. Саме виявленню таких відмов системи відеоконтролю прикордонних пунктів пропуску і присвячена дана стаття.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми та на які опирається автор. Питанням розробки систем діагностування цифрових пристроїв присвячено низку робіт П. П. Пархоменка, В. А. Гуляєва, В. Г. Тоценка, С. А. Согомояна, Ю. М. Коростиля, Б. П. Креденцера, В. А. Машкова, О. В. Барабаша, Ю. В. Кравченка [1; 2; 6–8].

У даних роботах приділяється основна увага побудові систем діагностування на принципах функціонального та тестового діагностування постійних відмов. Але інтелектуальні системи, що мають в своєму складі обчислювальні системи, характеризуються впливом на них потоку відмов. Причому інтенсивність потоку збоїв та нестійких відмов не менше інтенсивності постійних відмов. Тому питання розробки методів тестового діагностування збоїв та нестійких відмов на сьогодні є актуальними.

Метою статті є розробка та обґрунтування методики діагностування нестійких відмов та збоїв у системі інтелектуального відеоконтролю прикордонних пунктів пропуску. В основі даної методики покладено повторення частини синдрому і формування модернізованого синдрому.

Виклад основного матеріалу дослідження. Математична модель представлення структури системи інтелектуального відеоконтролю має вигляд неорієнтованого графа $G(V, E)$, $v_i \in V$, $e_{ij} \in E$, $i, j = 1, 2, \dots, n$, описуваного матрицею суміжності. Множині вершин V відповідає множина робочих станцій відеоконтролю розмірності n , а множині ребер E – множина ліній зв'язку між елементами відеоконтролю. Приймається, що система обміну даними буде виконувати основну функцію – обмін даними, якщо між будь-якою парою вузлів комутації знайдеться хоча б один маршрут передачі інформації.

Методика повторення частини синдрому і формування модернізованого синдрому полягає в такому:

1. Модуль v_i ($v_i \in X_1$, де X_1 – підмножина модулів, визнана коректною), отримавши діагностичну інформацію, що задовольняє ознаці достатності, виконує аналіз фактичного синдрому R_f .

2. За наявності суперечностей в r_{kl} ($k/v_k \notin X_1$, $l/v_l \notin X_1$) модуль v_i підозрює v_k і v_l на наявність нестійкої відмови чи збою.

3. Для модуля v_i призначається час T , протягом якого він повинен зібрати новий синдром R_2 .

4. Модуль v_i запам'ятовує R_f і накопичує R_2 протягом часу T .

5. Модуль v_i формує модернізований синдром з двох синдромів R_f і R_2 : $R_m = \{R_f, R_2\}$.

Додатковий синдром $R_2 = \{r_{mn}\}$ формується у вузлі v_i таким чином. Для кожної пари модулів v_k і v_l накопичуються всі K перевірок, де K – кількість повторень результату r_{kl} . За результатами перевірок, що надійшли в v_p , формується матриця синдрому R , де в кожному рядку перераховуються всі отримані результати r_{ij} , $i = 1, N$, $j = 1, N$, $i \neq j$.

У першому стовпці матриці R знаходиться фактичний синдром R_f ; максимальна кількість стовпців визначається за найбільшою кількістю повторень якого-небудь результату r_{ij} . Наприклад, для системи з $N = 5$ модулів матриця синдрому R може прийняти таке значення:

$$R = \begin{bmatrix} r_{12}^f & r_{12} & r_{12} & r_{12} & r_{12} \\ r_{13}^f & r_{13} & - & - & - \\ - & r_{14} & r_{14} & r_{14} & - \\ r_{15}^f & - & - & - & - \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{53}^f & r_{53} & - & - & - \\ r_{54}^f & r_{54} & r_{54} & r_{54} & r_{54} \end{bmatrix},$$

де індекс “ R_f ” означає належність даного результату фактичному синдрому R_f . Модернізований синдром R_m визначається за матрицею синдрому R як об'єднання всіх елементів кожного рядка матриці R :

$$R_m = \{r_{ij}^m\} = \bigcup_k r_{ij}^k, \quad r_{ij}^k \in R,$$

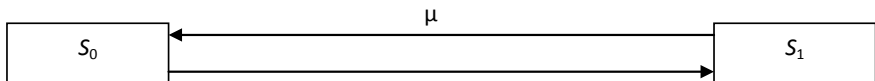
де r_{ij}^k – результат r_{ij} , що знаходиться в k -му стовпці матриці R .

Застосування модернізованого синдрому R_m припускає, що модуль з нестійкою відмовою буде перевірений тільки з результатом, рівним 1. Це дозволяє при аналізі R_m розглядати нестійкі відмови як постійні. Однією з особливостей формування R_m є призначення для аналізуючого модуля v_i проміжку часу, протягом якого він повинен накопичити інший синдром R_2 .

Час T визначається заздалегідь на підставі параметрів нестійких відмов, що діагностуються, і ймовірності отримання правильного результату діагностування. Указані параметри визначаються за математичною моделлю нестійких відмов.

Аналіз відомих моделей нестійких відмов [6; 7] дозволяє вважати, що для діагностування СІВ найбільш прийнятним є марковська модель з дискретними станами і безперервним часом.

Дана модель припускає, що нестійка відмова може знаходитися в одному з двох станів S_0 і S_1 (див. рисунок), де:



Математична модель нестійкої відмови:

S_0 – пасивний стан нестійкої відмови, коли відмова не робить впливу на функціонування модуля; S_1 – активний стан нестійкої відмови, коли відмова викликає неправильне функціонування модуля

Ймовірність переходу нестійкої відмови з одного стану в інший точно у момент часу t дорівнює нулю. Тому для даної моделі вводяться в розгляд щільності ймовірностей переходів λ і μ , які визначаються як межа відношення ймовірності переходу за час Δt до величини проміжку Δt :

$$\lambda = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{S}{\Delta t};$$

$$\mu = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{1-r}{\Delta t},$$

де s і r – ймовірність переходу нестійкої відмови з одного стану в інший за час Δt .

Знаючи щільність ймовірності переходів λ і μ , можна визначити ймовірність знаходження нестійкої відмови у стані S_i , $i = 0, 1$, для чого необхідно вирішити диференціальні рівняння Колмогорова:

$$\begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t); \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = -\lambda P_0(t) - \mu P_1(t), \end{cases}$$

де $P_i(t)$ – ймовірність знаходження нестійкої відмови у стані S_i , $i = 0, 1$.

Знаючи ймовірність $P_0(t)$ і $P_1(t)$, можна отримати ймовірність переходів з одного стану в інший $P_{ij}(t)$, де $i, j = \{0, 1\}$.

Марковська модель нестійкої відмови з дискретними станами і безперервним часом володіє тією перевагою, що математичне очікування часу знаходження відмови у стані S_i (S_0) дорівнює значенню $1/\mu$ ($1/\lambda$) відповідно.

Таким чином, дослідження даної моделі дозволяє точніше визначити час, протягом якого модуль v_i повинен отримати синдром R_2 . Результати моделювання нестійких відмов з різними параметрами λ , μ дозволили отримати функціональну залежність $K = f(\lambda, \mu)$ для ймовірності виявлення нестійких відмов $P = 0,977$ з достовірністю 0,9, де K – кількість повторень набору перевірок.

З урахуванням набутих значень K можна визначити час T :

$$T = k \cdot t_n,$$

де t_n – час, протягом якого можуть бути перевірені модулі v_k і v_p , підозрювані на наявність нестійкої відмови.

При вирішенні практичних завдань необхідно заздалегідь задати значенням часу T . При цьому слід урахувати, які нестійкі відмови

(параметри λ , μ) будуть виявлені в даному випадку і з якою ймовірністю.

Висновки. Для виявлення нестійких відмов та збоїв необхідно повторити накопичення частини діагностичної інформації, яка отримала назву синдрому. Саме аналіз синдрому дозволяє виявити технічний стан модулів та ліній зв'язку системи інтелектуального відеоконтролю.

У випадку, коли на систему впливають нестійкі відмови та збої, виявити їх за рахунок стандартного алгоритму неможливо внаслідок суперечностей у синдромі R_f . У такій ситуації модуль, на який покладено функції аналізу синдрому, накопичує модернізований синдром R_m протягом часу T і далі виконує алгоритм дешифрування синдрому. У результаті виконання алгоритму будуть виявлені модулі і лінії інформаційного обміну з нестійкими відмовами.

Перспективами подальшого розвитку у даному напрямі є впровадження запропонованої методики виявлення нестійких відмов та збоїв для реалізації принципів функціональної стійкості систем інтелектуального відеонагляду на автомобільних пунктах пропуску.

Список використаної літератури

1. Артюшин Л. М. Оптимизация цифровых автоматических систем, устойчивых к отказам / Л. М. Артюшин, О. А. Машков. – К. : КВВАИУ, 1991. – 89 с.
2. Барабаш О. В. Аналіз побудови мережі відеоконтролю пунктів митного спостереження на основі функціонально стійкої системи / О. В. Барабаш, С. В. Бодров, А. П. Мусієнко // Зв'язок. – К. : ДУТ, 2014. – № 2. – С. 8–11.
3. Кравченко Ю. В. Визначення проблематики теорії функціональної стійкості щодо застосування в комп'ютерних системах / Ю. В. Кравченко, С. В. Нікіфоров // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – К. : ДУТ, 2014. – № 1. – С. 12–18.
4. Кравченко Ю. В. Функціональна стійкість – властивість складних технічних систем / Ю. В. Кравченко, О. В. Барабаш // Збірник наукових праць НАОУ “Труди академії”. – К. : НАОУ, 2002. – Бюл. № 40. – С. 225–229.

5. Барабаш О. В. Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем / О. В. Барабаш. – К. : НАОУ, 2004. – 226 с.
6. Барабаш О. В. Модель бази знань інтелектуальної системи управління високошвидкісного рухомого об'єкта на основі її верифікації / О. В. Барабаш, Д. М. Обідін, А. П. Мусієнко // Системи обробки інформації. – Харків : ХУПС, 2014. – № 5 (121). – С. 3–6.
7. Барабаш О. В. Алгоритм самодіагностування технічного стану вузлів комутації інформаційних систем / О. В. Барабаш, Д. М. Обідін, А. П. Мусієнко // Сучасний захист інформації. – К. : ДУТ, 2014. – № 2. – С. 114–121.
8. Гуляев В. А. Организация систем диагностирования вычислительных машин / В. А. Гуляев. – К. : Наукова думка, 1979. – 116 с.

Рецензент – доктор технічних наук, професор Бодров С. В.

Стаття надійшла до редакції 27.05.2015.

Бодров С. В. Методика выявления неустойчивых отказов и сбоев в системах интеллектуального видеоконтроля

Построена методика выявления неустойчивых отказов и сбоев в системах интеллектуального видеоконтроля. Суть методики заключается в том, что при выявлении противоречий в диагностической информации на пограничных пунктах пропуска модуль накапливает модернизированный синдром в течение определенного времени и далее выполняет алгоритм дешифрования синдрома. В результате выполнения алгоритма можно обнаружить модули и линии информационного обмена в системах интеллектуального видеоконтроля с неустойчивыми отказами.

Ключевые слова: *система интеллектуального видеоконтроля, неустойчивый отказ, сбой, диагностическая информация, пограничные пункты пропуска.*

Bodrov S. V. Method of detection of the unstable failures and faults in the systems of intellectual video control

The issues of the development of diagnostic systems of digital devices are devoted to a number of works. Main focus is given to building diagnostic systems on functional test and diagnosis of constant failures. But intelligent

systems that have in its composition the computer systems are characterized by the influence on them of the flow of failures. While the intensity of the flow disruptions and unstable failures are no less of the intensity of constant failures. Therefore, the questions of the development of methods of test for diagnosing faults and unstable failures are relevant to date.

Statement of the problem in general form. The detection of unstable failures can be done by the test of diagnostics. With this kind of diagnostics are developed tests that are send from one computing module on the second, which after performance sends to the first the reaction to the test. The first module compares the obtained information with the etalon's reaction to the test and takes out results of diagnostics r_{ij} . The set of results of examinations of various modules is a syndrome. In the process of diagnostics is collected the diagnostic information (syndrome), and then one of the modules examines the entire syndrome and takes out results of diagnostics. During diagnosis the unstable failures and faults it is proposed to detect them through the implementation of additional, repeated inspections. It is possible to diagnose the unstable failures and faults if it will be found the contradictions of syndrome.

The purpose of the article is the development and justification of methods of diagnosis of unstable failures and faults in the system of intellectual video control of border checkpoints. The basis of this methodology is based on repetition of part of the syndrome and the formation of the modernized syndrome.

The method of repetition of part of the syndrome and the formation of the modernized syndrome is as follows:

1. Module v_i ($v_i \in X_j$, де X_j – is a subset of the modules is recognized as valid), has gotten the diagnostic information that satisfies of the feature of sufficiency, analyzes the actual syndrome R_f .
2. If there are contradictions in r_{kl} ($k / v_k \notin X_j, l / v_l \notin X_j$), the module v_i suspects v_k and v_l for the presence of unstable failure or fault.
3. For module v_i is assigned a time T , during which it ought to collect a new syndrome of R_2 .
4. Module v_i memorizes R_f and accumulates R_2 during the time T .

5. The module v_i forms a modernized syndrome from the two syndromes R_f and R_2 ; $R_m = \{R_f, R_2\}$.

Additional syndrome $R_2 = \{r_{mn}\}$ is formed in the node v_i in this way. For each pair of modules v_k and v_l it is accumulated the all K checks, where K is the number of repetitions of the result r_{kl} . Based on the results of the checks that came in v_i , it is formed the matrix of syndrome R , where in each row is listed all the results r_{ij} , $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, N}$, $i \neq j$.

In the first column of the matrix R is an actual syndrome R_j ; the maximum number of columns is determined by the largest number of duplicates of some result r_{ij} .

Conclusions. For the detection of unstable failure and faults, it is needed to repeat the accumulation part of diagnostic information that it is given the name of the syndrome. The analysis of the syndrome allows detecting the technical condition of modules and communication lines of the system of intellectual video control.

In the case where on the system is affected the unstable failures and faults, it is detected them through the standard algorithm is not possible by the contradictions in the syndrome R_f . In such situation, the module is based on the analysis of the syndrome, accumulates the modernized syndrome R_m during the time T and then performs a decryption algorithm of the syndrome. As a result of the execution of the algorithm it will be identified the modules and lines of information exchange with unstable failures.

Keywords: *intelligent video control system, fuzzy failure, failures, diagnostic information, border crossings.*