

УДК 656.25

В.І. Мойсеєнко, О.О. Самсонкін

Українська державна академія залізничного транспорту, Харків

## **МЕТОД ОПЕРАТИВНОГО ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ**

*В статті розглядаються питання аналізу та оперативного визначення стану показників функціонування інформаційно-керуючих систем на залізничному транспорті. Система оцінювання базується на існуючих технологічних алгоритмах встановлення маршрутів з урахуванням особливостей формування показників безпеки. За рахунок такого підходу забезпечується можливість моніторингу основних показників роботи у режимі, наближеному до реального часу.*

**Ключові слова:** інформаційно-керуючі системи, показники безпеки, відмови, функції безпеки, моніторинг стану системи.

### **Вступ**

**Постановка проблеми.** Впровадження сучасних інформаційно-керуючих систем на залізнично-

му транспорті створює принципово нові можливості для оперативного визначення показників їх функціонування. Існуючі автоматизовані системи оперативної оцінки використовують окремі діагностичні

параметри за найпростішими алгоритмами, що враховують окремі технологічні параметри. Більш повна оцінка показників стану, чи функціонування системи керування формується на основі суб'єктивних даних, що надходять від фахових експертів. Така методологія має класичні вади, що базуються на так званому «людинному факторі».

**Аналіз досліджень та публікацій.** Переважна більшість авторів наукових праць, присвячених визначеній проблемі, орієнтуються на класичні методи теорії надійності [1]. Як правило, розглядаються можливі негативні наслідки порушень, що виникають у роботі, на можливість появи кінцевої події, в якості якої може бути аварія або інші небезпечні події [1]. Але такий підхід починає функціонувати тільки за фактом появи конкретного порушення і не може бути застосований для штатного режиму роботи.

**Мета статті.** Обґрунтування методу визначення показників функціонування автоматизованих інформаційно-керуючих систем.

### Викладення основного матеріалу

Розглянемо технологічний алгоритм функціонування мікропроцесорної системи керування рухом поїздів на залізничному транспорті. Роботу системи можна представити вхідними параметрами  $A_i = x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  бінарної структури у моменти часу  $t_1, t_2, \dots, t_n$ . Зміни  $x_k$  характеризують стан об'єктів контролю за принципом  $x_k = 1$ , якщо об'єкт знаходиться у даному стані  $i$ , навпаки, при  $\overline{x_k} = 0$ . Таким чином, робота системи у цілому характеризується деяким набором  $A_i$ , які є алфавітом  $A$ , тобто

$$A = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_m\}. \quad (1)$$

Події, що відбуваються у системах залізничної автоматики, можна віднести до класу асинхронних регулярних, а сама система, внаслідок цього, є асинхронним кінцевим автоматом [2].

На підставі сформульованих припущень можна визначити функції, які описують роботу системи.

Якщо розглянути процес встановлення маршруту у системі керування стрілками та сигналами, то його логічно подати у вигляді двох взаємопов'язаних подій. Це перевірка умов безпеки й замикання маршруту, а потім знову перевірка безпеки та формування команди на відкриття сигналу. Визначені події можна подати у вигляді двох функцій

$$\begin{aligned} F_1 &= x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{1n}; \\ F_2 &= x_{21}, x_{22}, x_{23}, \dots, x_{2e}, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{1n}$  та  $x_{21}, x_{22}, x_{23}, \dots, x_{2e}$  характеризують стан змінних, або відповідно сигнали, що надходять від датчиків.

Критерієм успішного виконання команди керування є одночасне виконання всіх необхідних умов, функція безпеки матиме вигляд логічної операції «І»:

$$F_{1ш} = x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} \cdot \dots \cdot x_{1n}; \quad (3)$$

$$F_{2ш} = x_{21} \cdot x_{22} \cdot x_{23} \cdot \dots \cdot x_{2e},$$

де  $F_{1ш}$  та  $F_{2ш}$  – функції штатного режиму системи керування при встановленні маршруту.

Для системи у цілому, маючи на увазі успішність встановлення маршруту, тобто функціонування системи у штатному режимі

$$F_{бш} = F_{1ш} \cdot F_{2ш} = x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} \cdot \dots \cdot x_{1n} \cdot x_{21} \cdot x_{22} \cdot x_{23} \cdot \dots \cdot x_{2e}. \quad (4)$$

У більш загальному вигляді

$$F_{бш} = \prod_{i=1}^{i=n} x_i \cdot \prod_{j=1}^{j=e} x_j. \quad (5)$$

Критерієм нештатного режиму є трансформація виду  $x_i \rightarrow \overline{x_i}$ , або  $\overline{x_i} \rightarrow x_i$  навіть одного з сигналів з декількох. Слід зазначити, що далеко не всі трансформації є небезпечними, деякі з них приводять до нештатного так званого захисного стану.

Таким чином будь яка нештатна ситуація для функцій  $F_1$  та  $F_2$  може бути подана логічною операцією «АБО», тобто

$$F_{1н} = 1 - (1 - \overline{x_{11}}) \cdot \dots \cdot (1 - \overline{x_{1n}}) = 1 - \prod_{i=1}^{i=n} (1 - \overline{x_{1i}}); \quad (6)$$

$$F_{2н} = 1 - (1 - \overline{x_{21}}) \cdot \dots \cdot (1 - \overline{x_{2j}}) = 1 - \prod_{j=1}^{j=e} (1 - \overline{x_{2j}}). \quad (7)$$

Остаточо для оцінки імовірності появи нештатного режиму роботи

$$\begin{aligned} F_n &= 1 - \prod_{j=1}^{j=e} (1 - \overline{x_{2j}}) + \prod_{i=1}^{i=n} (1 - \overline{x_{1i}}) - \\ &\quad - \prod_{i=1}^{i=n} (1 - \overline{x_{1i}}) \cdot \prod_{j=1}^{j=e} (1 - \overline{x_{2j}}). \end{aligned} \quad (8)$$

Для подальших досліджень приймемо, що система може знаходитися у двох станах: штатному (безпечному) і нештатному (небезпечному). Тоді можна вважати, що вони повністю характеризують об'єкт дослідження і внаслідок цього може існувати рівняння  $P_n + P_{ш} = 1$ .

Використовуючи чисельні дані щодо ймовірностей безпечної (небезпечної) роботи елементів системи залізничної автоматики, наведені у [1], можна визначити значення функцій  $F_{1н}$  та  $F_{2н}$ .

Зокрема за даними [1] імовірності безпечної роботи на протязі 5 років складають:

- реле – 0,9999979;
- стрілка – 0,9933
- світлофор – 0,999947;
- рейкове коло – 0,99908.

Розглянемо оцінки небезпечного розвитку подій при встановленні маршрутів для проміжної станції, схематичний план якої приведений на рис. 1. Розрахунки проведемо для парної горловини.

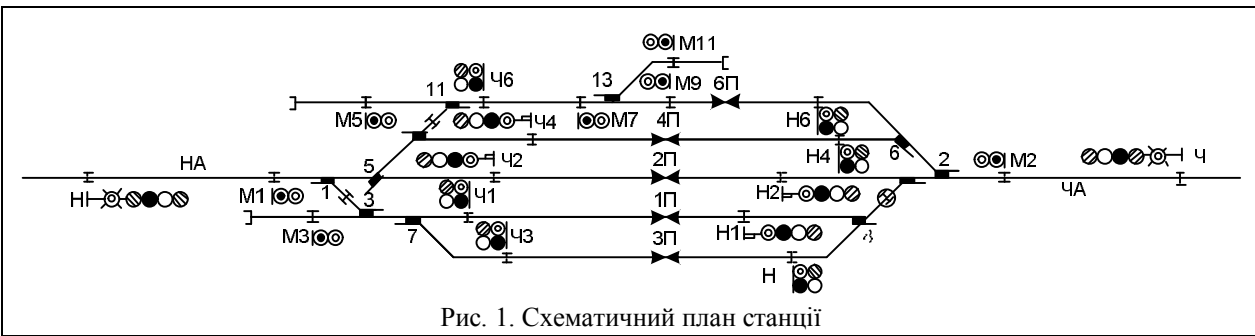


Рис. 1. Схематичний план станції

У парній горловині можуть існувати п'ять поїзних маршрутів прийому і п'ять відправлення. Для спрощення обмежимося розрахунками тільки поїзних маршрутів. Керованими змінними, стан яких перевіряється, є: рейкові кола; ворожі маршрути; стрілки; інші (замикання дільниць, їх штучне розмикання, відміна тощо). Формування останніх забезпечується роботою релейних схем, тому можна використовувати показник безпечної, або небезпечної роботи реле 1-го класу. Зокрема для маршрутів прийому та відправлення функція небезпеки дорівнює  $F_H = 0,0152792$ . Надалі визначимо значення показника небезпечної роботи парної горловини, взявши до уваги поїзні маршрути. Він дорівнює 0,1427033.

Отримані результати кореспондуються з даними спостережень та результатами статистичної звітності галузі у частині порушень безпеки руху [4]. Разом з тим, спостерігається розбіжність зі значеннями імовірності небезпечної відмови для систем централізації. За даними [1, 5] цей показник знаходиться на рівні  $2 \cdot 10^{-7}$ . Тому можна говорити про існування розбіжності між декларованим рівнем безпеки системи залізничної автоматики й реальним, який забезпечується у процесі її використання.

## Висновок

Отримані результати створюють підґрунтя для формування системи оперативних оцінок показників

використання інформаційно-керуючих систем на залізничному транспорті. Подальшим розвитком цього напрямку є розробка процедури автоматичного оцінювання стану системи у режимі реального часу.

## Список літератури

1. Сапожников В.В. Дискретные устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи / В.В. Сапожников, Ю.А. Кравцов, Вл.В. Сапожников. – М.: Транспорт, 1988. – 255 с.
2. Вероятностные методы анализа безопасности технических систем: Учебное пособие / [Л.Н. Александровская, И.З. Аронов, В.П. Соков, А.В. Цыркков] – М.: МГАТУ, 1995. – С. 3-17.
3. Аронов И.З. Обеспечение безопасности сложных технических систем на примере энергоблоков атомных станций / И.З. Аронов, Г.И. Грозовский, Г.В. Маливинский // Надежность и контроль качества. – 1994. – №5. – С. 43-49.
4. Мусієнко О. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2008 році / О. Мусієнко, В. Гусь, В. Крот. – Укрзалізниця: Головне управління безпеки руху та екології, 2009. – С. 3-90.
5. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів: ДСТУ 4178 – 2003 // Функційна безпека і надійність. Вимоги та методи випробувань – К.: Держстандарт України, 2003. – 31 с.

Надійшла до редколегії 12.02.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.І. Загарій, Українська державна академія залізничного транспорту, Харків.

## МЕТОД ОПЕРАТИВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

В.И. Мойсеенко, А.А. Самсонкин

В статье рассматриваются вопросы анализа и оперативного определения состояния показателей функционирования информационно-управляющих систем на железнодорожном транспорте. Система оценки базируется на существующих технологических алгоритмах установки маршрутов с учетом особенностей формирования показателей безопасности. За счет такого подхода обеспечивается возможность мониторинга основных показателей работы в режиме приближенном к реальному времени.

**Ключевые слова:** информационно-управляющие системы, показатели безопасности, отказа, функции безопасности, мониторинг состояния системы.

## THE METHOD OF DETERMINING THE OPERATIONAL STATUS INDICATORS FOR THE INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS

V.I. Moyseenko, A.A. Samsonkin

The article deals with the analysis and definition of operational performance of information and control systems for railways. Assessment based on existing technological algorithms establish routes considering peculiarities of safety indicators. Through this approach provides an opportunity for monitoring key indicators of the mode near real time.

**Keywords:** information and control systems, safety record, refusal, security features, monitoring system status.