

**АВТОМАТИКА ТА КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ  
РУХОМ ПОЇЗДІВ**

---

УДК 656.25

**АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ЯК  
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТА БАГАТОКАНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**

Д-р техн. наук В.І. Мойсеєнко, С.М. Мельник

**АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ  
ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ КАК МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И  
МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

Д-р техн. наук В.И. Моисеенко, С.Н. Мельник

**RELIABILITY ANALYSIS OF MICROPROCESSOR CENTRALIZATION  
AS A MULTIFUNCTIONAL AND MULTI-SYSTEM**

Dr. techn. science V.I. Moysenko, S.N. Melnik

*Проведено аналіз надійності мікропроцесорної централізації, як багатоканальної та багатофункціональної системи знаходження відмови.*

*Ключові слова: надійність, канал, функція, відмова, імовірність, технічна ефективність, працездатність, відмовостійкість.*

*Проведен анализ надежности микропроцессорной централизации, как многоканальной и многофункциональной системы нахождения отказа.*

*Ключевые слова: надежность, канал, функция, отказ, вероятность, техническая эффективность, работоспособность, отказоустойчивость.*

*A security of microprocessor-based centralization analysis is conducted, as a multichannel and multifunction system of being of refuse.*

*Keywords: reliability, channel function, failure probability, technical efficiency, performance, fault tolerance.*

**Вступ.** Аналіз транспортних подій показує, що значна їх кількість пов'язана з втручанням людини, після відмови системи. Конструкція сучасних систем керування на базі мікропроцесорів [1,11] дозволяє виключити деякі відмови, що порушують експлуатаційний процес. Як відомо [2,6], безпека систем з багатоканальною структурою базується на незалежності відмов апаратних засобів. В системах з одноканальним технічним

забезпеченням необхідно знати ймовірність виникнення небезпечної помилки, яка вчасно не виявлена контрольною програмою. Досвід впровадження систем мікропроцесорної централізації (МПЦ) вказує на необхідність створення багатоканальних та багатофункціональних систем.

**Постановка проблеми.** Надійність є одним з найважливіших показників сучасної техніки. Прогрес, що призводить до появи сучасних мікропроцесорних систем,

повинен забезпечити більшу пропускну спроможність залізниці та безперебійну роботу пристроїв. Відомі роботи авторів [2,3], в яких розглядається питання надійності та безпечності елементів і систем МПЦ. Нормативними документами [4,5] регламентуються вимоги щодо показників надійності систем МПЦ. У той же час питання системного аналізу принципів структурної організації сучасних систем МПЦ досліджені недостатньо. Як правило, розглядаються окремі показники для конкретних структур.

**Метою роботи** є аналіз надійності мікропроцесорної централізації як багатофункціональної та багатоканальної системи.

#### Викладення основного матеріалу.

Для ідентифікації відмов багатоканальних та багатофункціональних систем вибирається деякий векторний процес  $V_{i..m}(t)$ , який описує їх поведінку відповідно до [7,10]

$$V_{i..m}(t) = \{B_{ij}(t), i = 1, dj, j = 1, k\}, \quad (1)$$

де  $B_{ij}(t)$  – процес зміни параметра, що характеризує поведінку  $i$ -го каналу  $j$ -ї функції.

Після цього задаються межі працездатності по кожному каналу. Вихід одного або кількох процесів набору  $B_{ij}(t)$  за межі існуючих областей працездатності вважається відмовою.

Розглянемо більш докладно питання надійності мікропроцесорної централізації як багатофункціональної та багатоканальної системи. Будемо вважати, що кожна функція реалізується окремим програмним чи апаратним каналом тоді відмова функції рівнозначна відмові каналу.

Для кожного  $i$ -го каналу введемо подвійний процес  $hi(\tau)$ , де  $hi(\tau) = 0$ , якщо в момент  $\tau$   $i$ -й канал працездатний, і  $hi(\tau) = 1$  у протилежному випадку. Тоді поведінку функції можна описати векторним процесом

$$B_{\Phi}(\tau): \Omega_{\Phi} = \{hi, i = 1, d\}, \quad (2)$$

де  $d$  – число каналів цієї функції.

Далі введемо проміжок  $\Omega_{\Phi}$  зміни процесу  $B_{\Phi}(\tau): \Omega_{\Phi} = \{hi, i = 1, d\}$ , де  $hi = 0$  відповідає працездатному стану  $i$ -го каналу,  $hi = 1$  – непрацездатному. Межі працездатності  $\Omega_{\Phi 1} \dots \Omega_{\Phi}$  мають властивість

$$A_l = \{hi = 0, i = 1, d\} \quad (3)$$

резервування та інші межі –  $A_l$ , коли деякі канали можуть бути несправними. Таким чином, межою працездатності  $\Omega_{\Phi 1} = UA_l$ . Інколи як процес  $B_{\Phi}(\tau)$  можна прийняти зміни сумарного числа непрацездатних каналів  $\sum_{i=1}^d hi(\tau)$  незалежно від типу конкретного каналу. При цьому області  $\Omega_{\Phi 1}$  відповідає деяка величина  $d_{\text{доп}}$  – допустиме число непрацездатних каналів. Вхід процесу  $B_{\Phi}(\tau)$  за межі області  $\Omega_{\Phi 1}$ , створений в окремих умовах експлуатації, назовемо відмовою функції.

Після повної відмови функції слідує регенерація властивостей вузлів або пристроїв, пов'язаних з виконанням цих функцій. Тоді потоком повних відмов функції при прийнятих раніше допущеннях також є альтернативний процес відновлення. Показниками надійності функції є параметр потоку повних, часткових або будь-яких відмов, ймовірність безвідмовної роботи за повними, частковими і будь-яким відмовами, середній час відновлення, коефіцієнт готовності.

Для знаходження значень ефективності і залежності наведених показників надійності між собою важливу роль відіграє число каналів  $R$ , зупиняючих роботу при одній відмові функції, особливо при групових відмовах, коли пристрої використовуються у різних каналах, тобто  $R \geq 1$ . За допомогою величини  $\check{r} = MR$  знаходимо параметр потоку відмов каналу

$$q_{\text{кан}} = q_{\Phi} \check{r} / d, \quad (4)$$

де  $q_{\phi}$  – параметр потоку всіх відмов функції.

Технічна ефективність і надійність функції характеризуються математичним очікуванням  $MW_{\text{кан}}$  числа каналів, які не працюють через відмови в деякий момент  $\tau$ . Нехай момент  $\tau = 0$  відповідає ввімкненню функції. Уявимо, що тривалість роботи функцій різних каналів  $\tau_1, \tau_2 - \tau'_1, \tau_3 - \tau'_2, \dots$ ,

(рисунок) мають однакову функцію розподілу  $F_{\phi}(t)$  і не залежать від тривалості відновлення  $\tau'_1 - \tau_1, \tau'_2 - \tau_2, \dots$ . Уявимо, що вказані тривалості мають однакову функцію розподілу  $F_{\text{пр}}(t)$  та не залежать від числа каналів, які відмовили. Відмітимо, що простій окремих каналів не приведе до простою інших функцій. При цьому число непрацюючих каналів є регенеруючим альтернативним процесом [10]

$$W_{\text{кан}} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \tau_{i-1} \leq \tau < \tau_i; \\ Ri, & \text{якщо } \tau'_i \leq \tau < \tau'_i \text{ (} i = 1, 2, \dots; \tau'_0 = 0 \text{)}, \end{cases} \quad (5)$$

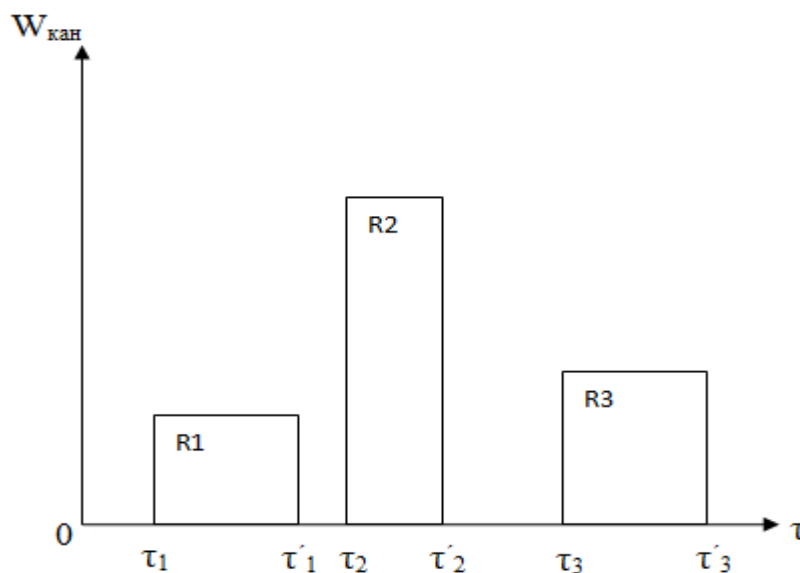


Рис. Число каналів простою через відмову функції

Величина  $MW_{\text{кан}}$  у деякій мірі є технічним показником ефективності й характеризує зниження технічних показників ефективності через відмови.

**Висновок.** У результаті дослідження встановлено зв'язок між технічними та економічними показниками

функціонування багатоканальних і багатофункціональних мікропроцесорних систем керування на залізничному транспорті. Подальшим розвитком цього напрямку досліджень є деталізація та кількісна оцінка визначеної залежності.

### Список використаних джерел

1. Мойсеєнко, В.І. Мікропроцесорні системи залізничної автоматики [Текст]: навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів / В.І. Мойсеєнко. – Харків: Регіон – інформ, 1999. – 147 с.

2. Ястребенецкий, М.А. Надежность технических средств в АСУ технологическими процессами [Текст] / М.А. Ястребенецкий. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 230 с.
3. Сапожников, В.В. О соотношении понятий надежности и безопасности [Текст] / В.В. Сапожников // Автоматика, телемеханика и связь. – 1992. – №7. – С. 18-20.
4. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів [Текст] / Функційна безпечність і надійність. Вимоги та методи випробувань. – К.: Держстандарт України, 2003. – 31 с.
5. ДСТУ 4151-2003. Комплекти технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів [Текст] / Електромагнітна сумісність. Вимоги та методи випробувань. – К.: Держстандарт України, 2003. – 15 с.
6. Александровская, Л.Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем [Текст]: учебник / Л.Н. Александровская, А.П. Афанасьев, А.А. Лисов. – М.: Логос, 2003. – С. 74-100.
7. Беляев, В.И. Теория сложных геосистем [Текст] / В.И. Беляев. – К.: Научная мысль, 1978. – 156 с.
8. ДСТУ 3433-96. Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення [Текст]. – К.: Видавництво стандартів, 1996. – 42 с.
9. Авдуевский, В.С. Надежность и эффективность в технике [Текст]: справочник. Т.3. Эффективность технических систем / В.С. Авдуевский; под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
10. Аронов, И.З. Обеспечение безопасности сложных технических систем на примере энергоблоков атомных станций [Текст] / И.З. Аронов, Г.И. Грозовский, Г.В. Маливинский // Надежность и контроль качества. – 1994. – №5. – С.43-49.

---

Мойсеєнко Валентин Іванович, д-р техн. наук, професор.  
Мельник Сергій Миколайович  
Moysenko V.I., dr. techn. science; Melnik S.N.