

УДК 656.25

В. В. МАЛОВІЧКО – к.т.н., доцент, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, malovichko_vv@mail.ru

Р. В. РИБАЛКА – к.т.н., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, r.v.rybalka@gmail.com

Н. В. МАЛОВІЧКО – асистент, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, natali_mv@mail.ru

В. В. МЕЛЕШКО – перший заступник начальника служби сигналізації та зв'язку (Придніпровська залізниця)

ВИБІР ОБ'ЄКТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ВІДМОВ НА РУХ ПОЇЗДІВ

Статтю представив д. фіз.-мат. н., проф. В. І. Гаврилюк

Для забезпечення надійної роботи систем регулювання рухом поїздів нормативними документами передбачено проведення періодичного контролю параметрів апаратури залізничної автоматики [1]. Недоліком існуючої технології контролю є необхідність значних затрат ручної праці та часу обслуговуючого персоналу, а також проблематичність своєчасного виявлення та попередження можливих відмов пристроїв. Це зумовлює необхідність розробки систем автоматизованого діагностування пристроїв залізничної автоматики. Однією з основних задач при розробці таких систем є вибір об'єктів діагностування, які в першу чергу потребують додаткового контролю. В даній роботі авторами запропоновано проводити вибір об'єктів діагностування з урахуванням впливу відмов об'єктів на рух поїздів.

Метою роботи є визначення об'єктів системи електричної централізації (ЕЦ) стрілок та сигналів, які потребують додаткового контролю. Для досягнення поставленої мети було використано статистичний аналіз відмов пристроїв автоматики з урахуванням затримок руху поїздів в зв'язку з відмовами ЕЦ.

В забезпеченні надійного та безпечного руху поїздів на залізничному транспорті значну роль відіграють системи ЕЦ. Відмови даних систем призводять до значних за-

тримок рухомого складу залізниці. Для підвищення надійності роботи систем ЕЦ на залізничному транспорті досить широко використовуються системи діагностування та контролю. Для ефективного функціонування таких систем необхідно раціонально вибрати об'єкти системи ЕЦ, які необхідно контролювати в першу чергу [2]. Звичайно безперервний контроль та діагностування всіх об'єктів системи ЕЦ дозволить значно підвищити безвідмовність системи, але в зв'язку з тим, що ЕЦ є складною територіально розосередженою системою, створення діагностичного комплексу, який контролюватиме всі елементи системи, є технічно складною та економічно необґрунтованою задачею.

При створенні систем контролю ЕЦ, які використовуються як складові частини систем диспетчерської централізації, переважно користувались набором параметрів контролю отриманими за допомогою експертних оцінок [3]. До таких параметрів відносяться в основному рівні напруги та час спрацювання окремих елементів, які фіксуються на посту ЕЦ. Але такий вибір параметрів контролю не дозволяє контролювати та діагностувати ряд колійних пристроїв ЕЦ, на які припадає основна частина відмов. При створенні сучасних систем диспетчерського контролю як на перегоні так і на станції в першу чергу контролюють

стан апаратури рейкових кіл (РК), на які припадає максимальний відсоток відмов систем [4]. Але при виборі об'єктів діагностування та контролю необхідно враховувати не лише частоту відмов пристроїв ЕЦ, а й ряд інших факторів [5], які впливають на безпечну та безвідмовну роботу залізничного транспорту.

Для більш обґрунтованого вибору об'єктів контролю та діагностування пристроїв ЕЦ необхідно враховувати не тільки частоту відмов того чи іншого об'єкту станційної автоматики, а й вплив цих відмов на поїзну роботу на станції. Адже для залізничного транспорту в цілому не так важлива частота виходу з ладу того чи іншого об'єкту ЕЦ як те, щоб ці відмови не впливали на безпеку руху та не призводили до затримок у русі поїздів.

На рис. 1 приведена статистика відмов пристроїв ЕЦ за 2005-2011 рр. для основних груп об'єктів, на які припадає найбільша частка відмов [6].

Аналіз часової залежності відмов пристроїв ЕЦ за останні сім років дозволяє зробити висновок, що найбільша кількість відмов припадає на РК (в середньому близько 18 % від загальної кількості відмов). Далі за абсолютною кількістю відмов роз-

ташовуються кабельні мережі (близько 13 % відмов), електроприводи (близько 12 % відмов) та світлофори (близько 7 % відмов).

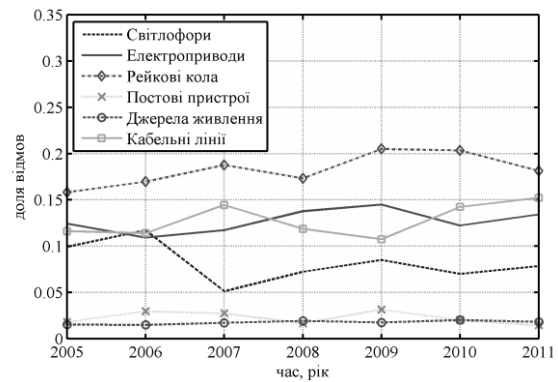


Рис. 1. Часова залежність частоти відмов об'єктів ЕЦ

Аналізуючи результати наведених вище статистичних даних, та керуючись принципом «максимальне значення – найвищий пріоритет», в першу чергу потребують додаткового контролю та діагностування РК як найбільш ненадійні об'єкти. Але, враховуючи затримки потягів, пов'язані з тією чи іншою відмовою (табл. 1), пріоритети у виборі об'єктів діагностування можуть змінитись [7].

Таблиця 1

Наслідки різних відмов

Група об'єктів	Середня тривалість затримки одного потягу, хв.	Середня тривалість затримки потягу на одну відмову, хв.	Кількість затриманих потягів, середня на одну відмову	Кількість затриманих потягів на тисячу маршрутів	Середня тривалість відмов, хв.
Світлофори	9.70	6.21	0.64	0.08	28.10
Електропривод	18.10	11.95	0.66	0.09	32.30
Рейкові кола	11.60	4.99	0.43	0.10	30.80
Постові пристрої	12.50	4.25	0.34	0.02	21.10
Джерела живлення	9.90	8.60	0.87	0.02	23.20
Кабельні лінії	13.20	12.80	0.97	0.03	67.90

В даній роботі пропонується врахувати величину впливу наслідків різних відмов за допомогою коефіцієнту α_i , $i = 1, 2, \dots, N_{об.}$,

де $N_{об.} = 6$ – кількість об'єктів діагностування (табл. 1). α_i обчислюється як результат зважування приведених величин впливу

наслідків різних відмов [8] c_{ij} , $j=1,2\dots N_B$, для кожного з аналізованих об'єктів, де $N_B=5$ – кількість наслідків відмов (табл. 1), тобто

$$\alpha_i = \prod_{j=1}^{N_B} c_{ij}, \quad i=1,2\dots N_{об.},$$

де

$$c_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^{N_{об.}} x'_{ij}}.$$

де x'_{ij} – нормований до одиниці x_{ij} в межах $j=1,2\dots N_B$, що є елементом матриці $X_{N_{об.} \times N_B}$, відображеної в табл. 1.

Результуючий коефіцієнт α_i отриманий за результатами статистичних даних по затримках потягів (табл. 1), дозволяє оцінити ступінь впливу на рух потягів відмов об'єктів тієї чи іншої групи. Нормований до одиниці α_i має наступні значення: світлофори $\alpha_1=0.21$, електроприводи $\alpha_2=1$, РК $\alpha_3=0.18$, постові пристрої $\alpha_4=0.01$, джерела живлення $\alpha_5=0.08$, кабельні лінії $\alpha_6=0.8$. Якщо графік часової залежності відмов (рис. 1) представити в тривимірному просторі, з доданою віссю α (рис. 2), то з'являється можливість надати графічну інтерпретацію множині частоти відмов об'єктів ЕЦ з урахуванням впливу наслідків відмов (табл. 1).

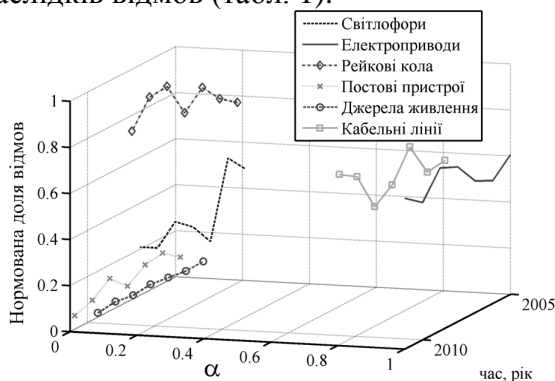


Рис. 2 Часова залежність зваженої нормованої долі відмов об'єктів

З рис. 2 видно врахування коефіцієнту α , що виражається в паралельному переносі кривих, які відображають статистичні дані (рис. 1), вздовж осі α . Вид залежності $p(t)$ на рис. 1, (p – доля відмов, t – час, рік) дозволяє прийняти припущення про стаціонарність процесу $p(t)$. Разом з порівняно невеликою дисперсією це дає можливість не враховувати час (рис. 3) при формулюванні способу визначення пріоритетів об'єктів діагностування.

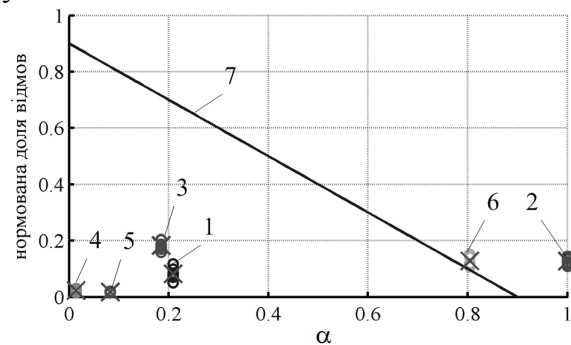


Рис. 3. Нормована доля відмов об'єктів з урахуванням вагових коефіцієнтів: 1 – світлофори; 2 – електроприводи; 3 – РК; 4 – постові пристрої; 5 – джерела живлення; 6 – кабельні лінії; 7 – границя

В якості способу визначення пріоритету об'єкту діагностування, в роботі, як один із варіантів вирішення даного класу задач, пропонується розбиття множини аналізованих даних (рис. 3) з припущення однакового впливу частоти відмов об'єктів та відповідних вагових коефіцієнтів [8] за допомогою границі виду

$$p(\alpha) = -\alpha + b,$$

де $b = \text{const}$ – забезпечує паралельний перенес границі розбиття.

Результати досліджень відображені в двовимірному просторі (рис. 3), ілюструють зміну пріоритетів для об'єктів діагностування в системі ЕЦ. Над границею розбиття знаходяться об'єкти з пріоритетом вищим за ті, що знаходяться під нею. При цьому, на перший план виходять об'єкти, відмова яких призведе до максимальної затримки потягів. Для зручності на рис. 3 ві-

дображено математичне очікування кожної групи об'єктів.

Присвоєння конкретних пріоритетів об'єктам від вищого до нижчого відбувається при варіюванні b в нормованому просторі рис. 3 від 2 до 0.

За результатами досліджень можна зробити висновок відносно зміни пріоритетів при виборі об'єктів діагностування в системі ЕЦ. Спираючись на аналіз статистичних даних за результатами відмов пристроїв станційної автоматики, враховуючи у вказаний спосіб час та кількість затримок потягів, які виникають в результаті тієї чи іншої відмови, стає очевидним, що в першу чергу потребують додаткового контролю та діагностування стрілочні електроприводи, далі кабельні мережі, а лише потім апаратура РК та стан світлофорів. Вказана черговість пріоритетів відрізняється від прийнятої при створенні сучасних систем диспетчерського контролю.

Якщо при побудові сучасних діагностичних комплексів враховувати запропонований порядок вибору об'єктів діагностування, то це створить передумови для більш ефективного функціонування систем діагностування та контролю. Що в кінцевому результаті дозволить значно зменшити кількість затримок поїздів на станціях, підвищить ефективність поїзної та маневрової роботи та зменшить економічні витрати пов'язані з затримками поїздів для залізничного транспорту в цілому.

Бібліографічний список

1. Пристрої сигналізації централізації та блокування. Технологія обслуговування: ЦШ 0042 [Текст]. – Київ: Укрзалізниця, – 2007. – 461 с.
2. Крамаренко, Е. Р. Системы сбора информации на железнодорожном транспорте. Курс лекций / Е. Р. Крамаренко – Хабаровск: Изд во ДВГУПС, – 2005. – 145 с.
3. Дмитренко, И. Е. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи

[Текст] / И. Е. Дмитренко, В. В. Сапожников, Д. В. Дьяков. – Москва: Транспорт, – 1994. – 263 с.

4. Данько, М. І. Мікропроцесорна диспетчерська централізація «Каскад» [Текст] / М. І. Данько, В. І. Мойсеєнко, В. З. Рахматов, В. І. Троценко, М. М. Чепцов: Навчальний посібник. – Харків: – 2005. – 176 с.
5. Маловічко, В. В. Підвищення експлуатаційної надійності колійних пристроїв електричної централізації [Текст] / В. В. Маловічко, В. І. Гаврилук // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2007. – Вип. 15. – С. 11–15.
6. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2005–2011 року. Міністерство інфраструктури України. Державна адміністрація залізничного транспорту. – 2005–2011.
7. Ягудин, Р. Ш. Надежность устройств железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст] / Р. Ш. Ягудин – Москва: Транспорт, – 1989. – 159 с.
8. Ким, Дж. О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ [Текст] / Дж. О. Ким, Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка и др. – Москва: Финансы и статистика, – 1989. – 215 с.

Ключові слова: станційна автоматика, електрична централізація, діагностування, об'єкти контролю, статистика відмов, затримки поїздів, вагові коефіцієнти.

Ключевые слова: станционная автоматика, электрическая централизация, диагностирование, объекты контроля, статистика отказов, задержки поездов, весовые коэффициенты.

Keywords: station automation, electronic interlocking, diagnostics, control object, failure statistics, train delay, weight coefficients.

Надійшла до редколегії 27.03.2012