

УДК 656.256:621.318.5

О. Я. КУРИЛЕНКО – аспірантка, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, elena.kyrilenko@gmail.com

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ РЕЛЕ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Статтю представив д. т. н., проф. Л. В. Дубинець

Вступ

Безпека руху на магістральних та промислових залізницях це важлива задача, вирішення якої забезпечують відповідні системи залізничної автоматики. Живлення цих систем здійснюється як правило від окремих ліній. При збої в роботі цих джерел системи автоматики переходять на аварійні джерела електричної енергії. Перехід з одного джерела на інше забезпечують так звані аварійні реле.

Внаслідок неякісної електричної енергії або її імпульсного провалу виникають ситуації переходу живлення автоматики на аварійні джерела при наявності напруги на основній лінії. Така ситуація класифікується як відмова.

Дослідженнями в галузі живлення пристроїв залізничної автоматики та їх захисту присвячені роботи [1, 2 та ін.] в яких, як правило, приділялась увага якості живлючої електроенергії та шляхам підвищення її відповідних показників. Режимам роботи аварійних реле залізничної автоматики, які відповідають за перемикання з одного джерела живлення на інше, серед проаналізованих автором джерел інформації, майже не зустрічається.

Отже, метою роботи є провести наукові дослідження по визначенню мінімальної напруги спрацьовування аварійних реле залізничної автоматики

Матеріал і результати досліджень

Напрямок досліджень автора пов'язано роботою аварійних реле в умовах неякісної

електричної енергії систем живлення залізничної автоматики. Серед параметрів релеїної апаратури, автор виділяє: номінальну напругу реле, мінімальну напругу спрацьовування реле, максимальне значення напруги відпускання реле та час відпускання реле при різних значеннях напруги на котушці реле.

Представлені матеріали присвячені експериментальному визначенню мінімальної напруги спрацьовування аварійних реле залізничної автоматики.

Передумовою проведення експерименту було те, що кількість експериментальних точок по кожному зразку реле повинна бути не менше 20, попередньо приймаючи, що закон розподілення значень випадкової величини у експериментальних точках, є нормальним [3].

На рис. 1 представлені значення мінімальної напруги спрацьовування реле типу АШ2-1440 (було знято двадцять експериментальних точок).

Напруга спрацьовування реле, яку автор досліджував у своїх експериментах, досить суттєво відрізняється від напруги повного притягнення якоря реле. На відміну від останньої, напруга спрацьовування реле є мінімальною напругою, при якій блок-контакти реле замикаються.

Як бачимо з рис. 1, отримані під час проведення досліджень, представлені величини мають імовірнісний характер, тому доцільно провести відповідний аналіз отриманих результатів, використовуючи загальновідомі підходи [3,4,5].

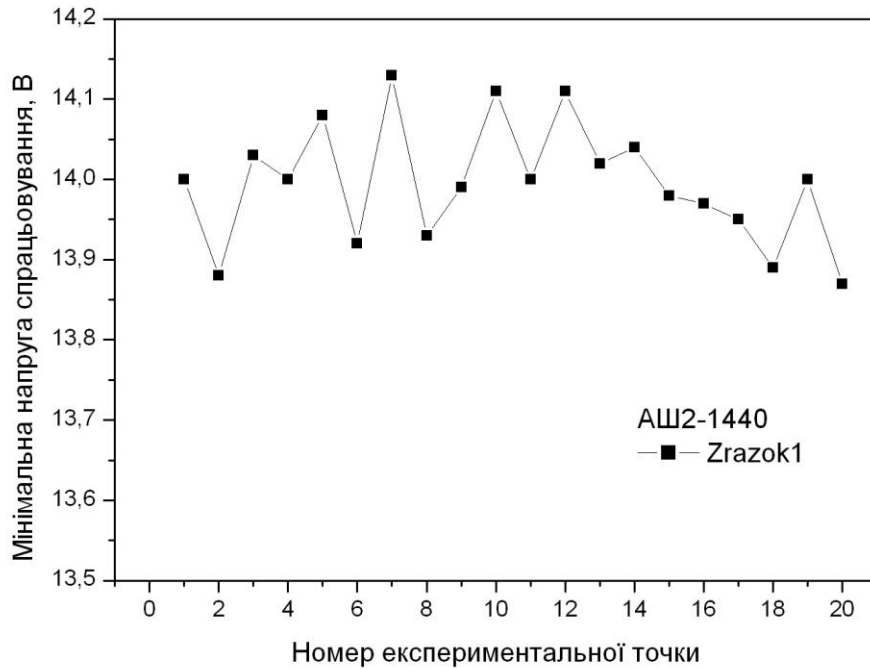


Рис. 1. Значення мінімальної напруги спрацьовування першого зразку аварійного реле типу АШ2-1440

Визначати закон розподілення досліджуваних величин немає сенсу, оскільки у кінцевому результаті потрібні тільки числові характеристики, які описують найбільш суттєві характеристики цього розподілення. Такою характеристикою, у нашому випадку, може бути математичне очікування.

Як відомо, при достатній кількості вимірів середнє значення випадкової величини наближається за вірогідністю до свого математичного очікування і тому, при практичних розрахунках може бути прийнято як таке. Таким чином, середні значення досліджуваних автором величин: середня мінімальна напруга спрацьовування, середня напруга відпускання та середній час відпускання аварійного реле є шуканими числовими характеристиками.

Представлені на рис. 1 мають розкид значень в діапазоні від $U_{\text{cp, min}} = 13,87$ В до $U_{\text{cp, max}} = 14,13$ В. Діапазон розкиду напруги

спрацьовування першого зразку аварійного реле U_{cp} типу АШ2-1440 знаходиться в межах:

$$U_{\text{cp, max}} - U_{\text{cp, min}} = 14,13 - 13,87 = 0,26 \text{ В.}$$

Виходячи із фізичних міркувань та спираючись на отриманий досвідом під час проведення експериментів, доцільним є прийняти інтервал групування отриманих експериментальних величин напруги спрацьовування реле значенням $\Delta U_{\text{cp}} = 0,05$ В.

Тоді діапазон зафіксованих значень напруги спрацьовування першого зразку аварійного реле типу АШ2-1440 при кількості експериментальних точок $n = 20$ розбиваємо на

$$\frac{(U_{\text{cp, max}} - U_{\text{cp, min}})}{\Delta U_{\text{cp}}} = \frac{(14,13 - 13,87)}{0,05} = 5,2$$

інтервалів групування. Отримане значення 5,2 немає фізичного сенсу, тому приймаємо кількість інтервалів рівним 6 при відповід-

ній зміні нижньої та верхньої меж досліджуваного діапазону, а саме $U_{\text{cp, min}} = 13,85 \text{ В}$ та $U_{\text{cp, max}} = 14,15 \text{ В}$.

Тоді перший інтервал групування U_{cp1} складатиме:

$$U_{\text{cp1}} = U_{\text{cp, min}} + \Delta U_{\text{cp}} = 13,85 + 0,05 = 13,9 \text{ В},$$

тобто цей інтервал має межі від $U_{\text{cp, min}} = 13,85 \text{ В}$ до $U_{\text{cp, min}} + \Delta U_{\text{cp}} = 13,9 \text{ В}$.

Відповідно наступні інтервали матимуть ме-

$$\text{жі: } U_{\text{cp2}} = U_{\text{cp1}} + \Delta U_{\text{cp}} = 13,9 + 0,05 = 13,95 \text{ В};$$

$$U_{\text{cp3}} = U_{\text{cp2}} + \Delta U_{\text{cp}} = 13,95 + 0,05 = 14,00 \text{ В};$$

$$U_{\text{cp4}} = U_{\text{cp3}} + \Delta U_{\text{cp}} = 14,00 + 0,05 = 14,05 \text{ В};$$

$$U_{\text{cp5}} = U_{\text{cp4}} + \Delta U_{\text{cp}} = 14,05 + 0,05 = 14,10 \text{ В};$$

$$U_{\text{cp6}} = U_{\text{cp5}} + \Delta U_{\text{cp}} = 14,10 + 0,05 = 14,15 \text{ В}.$$

Для наочності деякі з отриманих величин для першого зразка аварійного реле типу АШ2-1440, представимо у табл. 1, де середнє значення напруги спрацьовування аварійного реле $\overline{U_{\text{cp}}}$ визначимо як відношення суми добутків середньої напруги $\overline{U_{\text{cp}_i}}$ (i - порядковий номер інтервалу групування) у кожному інтервалі та кількості зареєстрованих значень напруги n_i до загальної кількості експериментальних точок $n = 20$:

$$\overline{U_{\text{cp}}} = \frac{\sum_{i=1}^6 \overline{U_{\text{cp}_i}} n_i}{n} . \quad (1)$$

Таким чином:

$$\overline{U_{\text{cp}}} = \frac{(13,88 \cdot 3 + 13,93 \cdot 3 + 13,99 \cdot 7 + 14,03 \cdot 3 + 14,08 \cdot 1 + 14,12 \cdot 3)}{20} = 13,995 \text{ В}$$

За даними табл. 1 на рис. 2 представимо гістограму розподілу випадкової величини U_{cp} , яка побудована за допомогою програми STATISTICA [6,7]. Червоною лінією на рис. 2 представлено графік розподілу випа-

дкової величини U_{cp} при нормальному законі розподілення, який було нами прийнято як базовий, при визначенні необхідної кількості експериментальних точок.

Таблиця 1

Визначення середнього значення напруги спрацьовування першого зразку аварійного реле типу АШ2-1440

Показник	Значення показника по інтервалах					
	Межі інтервалу групування випадкової величини U_{cp} , В	13,85...13,9	13,9...13,95	13,95...14,00	14,00...14,05	14,05...14,10
Кількість зареєстрованих значень напруги U_{cp} у кожному діапазоні	3	3	7	3	1	3
Середнє значення напруги спрацьовування аварійного реле в інтервалі $\overline{U_{\text{cp}_i}}$, В	13,88	13,93	13,99	14,03	14,08	14,12

Побудована гістограма та нормальний закон розподілення відповідають один одному, тобто кількість необхідних експериментальних точок обрана вірно.

Загалом автором було досліджено по три зразки кожного з аварійних реле.

На рис. 3 представлені результати експериментального визначення мінімальної напруги спрацьовування трьох зразків аварійного реле типу АШ2-1440.

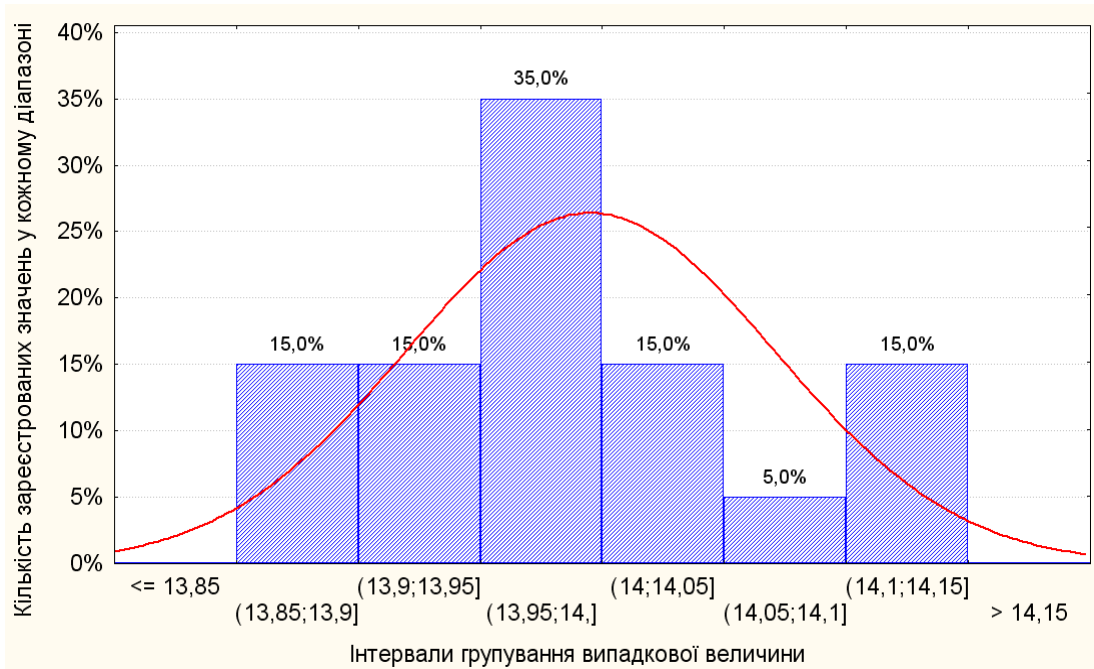


Рис. 2. Гістограму розподілу випадкової величини мінімальної напруги спрацьовування першого зразку аварійного реле типу АШ2-1440

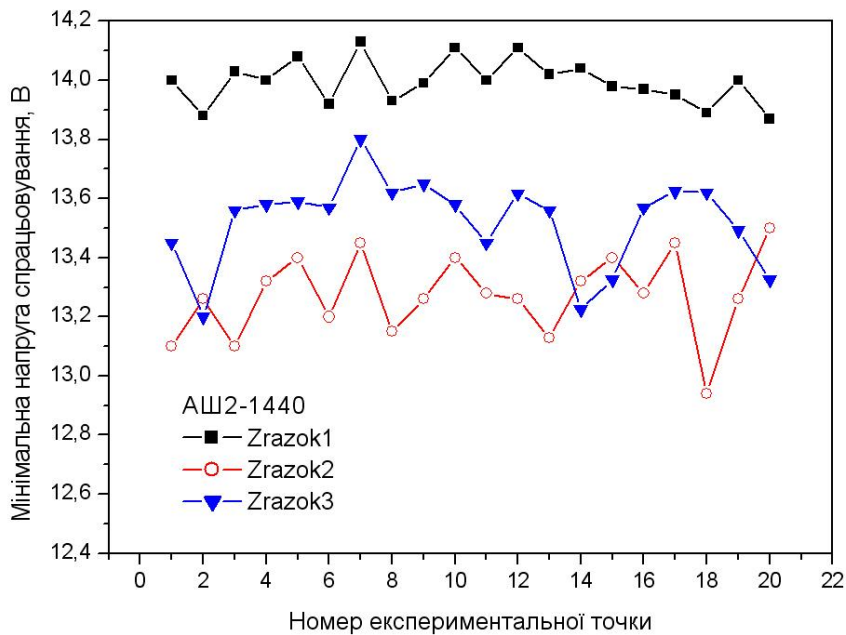


Рис. 3. Значення мінімальної напруги спрацьовування трьох зразків аварійного реле типу АШ2-1440

Аналогічно до рис. 2 представимо гістограми розподілу випадкової величини мінімальної напруги спрацьовування для дру-

гого та третього зразків аварійного реле типу АШ2-1440 (рис. 4, 5).

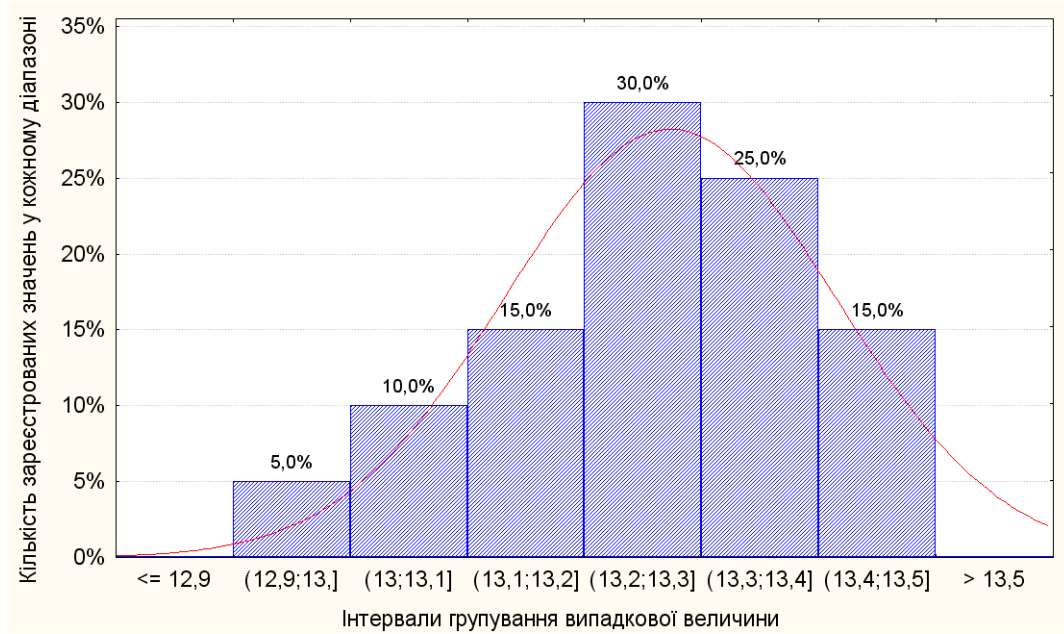


Рис. 4. Гістограму розподілу випадкової величини мінімальної напруги спрацьовування другого зразку аварійного реле типу АШ2-1440

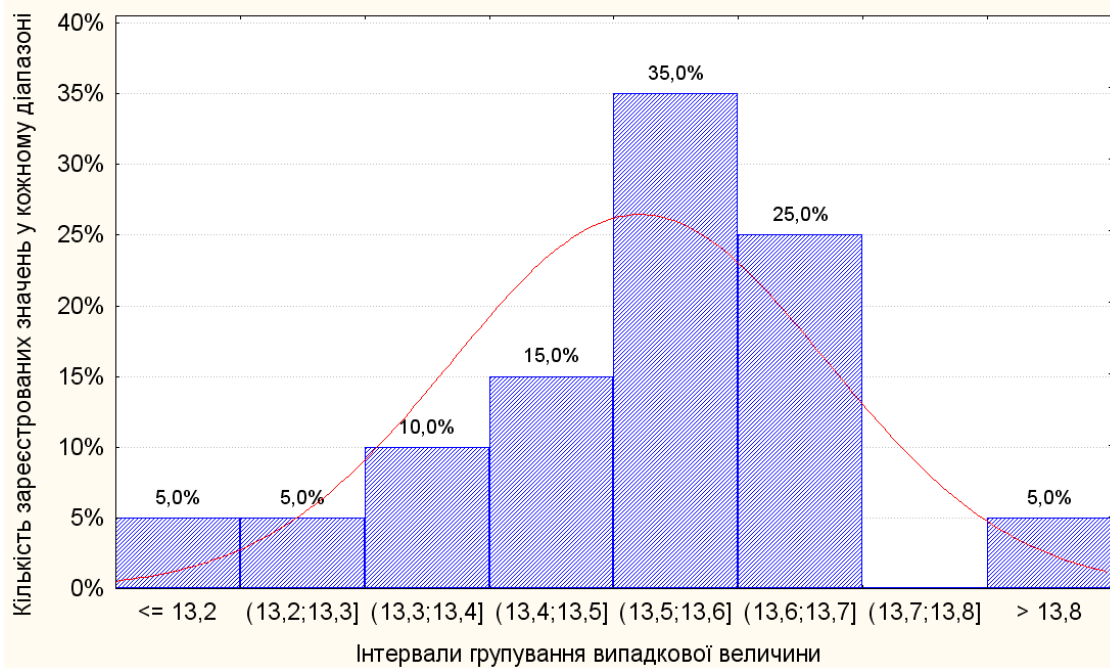


Рис. 5. Гістограму розподілу випадкової величини мінімальної напруги спрацьовування третього зразку аварійного реле типу АШ2-1440

Для перевірки адекватності отриманих експериментальних даних була використана програма STATISTICA.

Відмітимо, що проведена обробка результатів експериментів за допомогою програми STATISTICA дозволила встановити, що середнє значення мінімальної

напруги спрацьовування першого зразка дорівнює 13,995 В; другого 13,27 В; третього 13,52 В.

Середнє цих трьох значень мінімальної напруги спрацьовування складатиме:

$$\frac{13,995 + 13,27 + 13,52}{3} = 13,6 \text{ В.}$$

Відхилення мінімальної напруги спрацьовування першого зразка від середнього значення станове:

$$\frac{|13,6 - 13,995|}{13,995} \cdot 100 \% = 2,8 \%$$

Для другого та третього зразків відповідні відхилення становлять: 2,43 % і 0,56 %. Таким чином, взаємне відхилення середніх значень мінімальної напруги спрацьовування зразків аварійних реле, що досліджувались не перевищує загальноприйняте значення у 10 %.

Висновки

Автором було проаналізовано понад двадцять типів аварійних реле, які експлуатуються на залізницях України. Отримані дані є основою для подальших досліджень по визначенню впливу неякісної електричної енергії та провалів напруги у живлючих лініях на пристрої залізничної автоматики.

Бібліографічний список

1. Сиченко, В. Г. Електроживлення систем залізничної автоматики: монографія. [Текст] / В. Г. Сиченко, В. І. Гаврилюк. – Дніпропетровськ: Вид-во Маковецький, 2009. – 372 с.
2. Костроминов, А. М. Защита устройств железнодорожной автоматики и телемеханики от помех [Текст] / А. М. Костроминов. – Москва: Транспорт, 1997. – 192 с.

3. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей [Текст] / Е. С. Вентцель. – Москва: Наука, 1969. – 576 с.
4. Красовский, Г. И. Планирование эксперимента [Текст] / Г. И. Красовский, Г. Ф. Филаретов. – Минск: Изд-во БГУ, 1982. – 302 с.
5. Королюк, В. С., Справочник по теории вероятностей и математической статистики [Текст] / В. С. Королюк, Н. И. Портенко, А. В. Скороход, А. Ф. Турбин – Москва: Наука, 1985. – 640 с.
6. Халафян, А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных [Текст] / А. А. Халафян. – Москва: Бинوم-Пресс, 2007. – 512 с.
7. Вуколов, Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследований операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL [Текст] / Э. А. Вуколов. – Москва: Форум, 2008. – 464 с.

Ключові слова: реле, напруга спрацьовування, інтервал, допуск

Ключевые слова: реле, напряжение срабатывания, интервал, допуск

Keywords: relay, operating voltage, interval, admission

Надійшла до редколегії 14.03.2012