

УДК 656.259.2

О. О. ГОЛОЛОБОВА – асистент кафедри «Автоматика та телекомунікації», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, gololobova_oksana@i.ua, ORCID 0000-0003-1857-8196

С. Ю. БУРЯК – к.т.н., доцент кафедри «Автоматика та телекомунікації», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ser.buryak@gmail.com, ORCID 0000-0002-8251-785X

В. І. ГАВРИЛЮК – д. ф.-м. наук, професор кафедри «Автоматика та телекомунікації», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, vl.gavrilyuk@gmail.com, ORCID 0000-0001-9954-4478

АНАЛІЗ СТАТИСТИКИ ВІДМОВ ТА ЗБОЇВ У РОБОТІ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Вступ

Залізничний транспорт в Україні забезпечує перевезення тисячі пасажирів і мільйони тон вантажів, являючи собою один з найпопулярніших видів транспорту. Безпека на залізничному транспорті та його безперебійна робота значно залежить від надійності роботи засобів залізничної автоматики та зв'язку. При цьому особлива роль у забезпеченні ефективної та безпечної роботи залізниць належить системам інтервального регулювання руху поїздів (ІРРП), а також автоматичній локомотивній сигналізації (АЛС) у поєднанні з системами контролю пильності машиніста та автостопом. Кожен збій, відмова чи транспортна подія, що сталися на залізниці, в залежності від конкретних обставин, може становити загрозу для життя людей та привести до значних матеріальних збитків, і щоб мати можливість цьому запобігти, необхідно підвищувати надійність роботи та покращувати методи обслуговування залізничних пристроїв [12].

Для максимально ефективного вирішення цих завдань необхідно проаналізувати статистику відмов всіх пристроїв залізничної автоматики, приділивши особливу увагу причинам

відмов та збоїв у роботі АЛС, як системи, що є найбільш вразливою для зовнішніх несприятливих факторів. А це, в свою чергу, надасть змогу визначити параметри та методи їх контролю для забезпечення безпеки руху поїздів.

Відповідно у роботі поставлено мета провести аналіз статистики відмов та збоїв у роботі автоматичної локомотивної сигналізації в сучасних умовах, що характеризуються з одного боку збільшенням швидкості руху та потужності нових типів поїздів, появою нового типу поїздів та локомотивів з асинхронним тяговим приводом, а з іншого боку – значним моральним і фізичним старінням парку локомотивів і поїздів залізниць України, більшість з яких відпрацювала свій ресурс.

Аналіз статистики відмов об'єктів залізничної автоматики

Аналіз проведено на основі даних з шести залізниць України за дослідні п'ять років в порівнянні з аналогічними дослідженнями, наведеними в літературі за минулі роки [1, 2].

Кількість транспортних подій за 2013–2017 роки наведена на рис. 1.

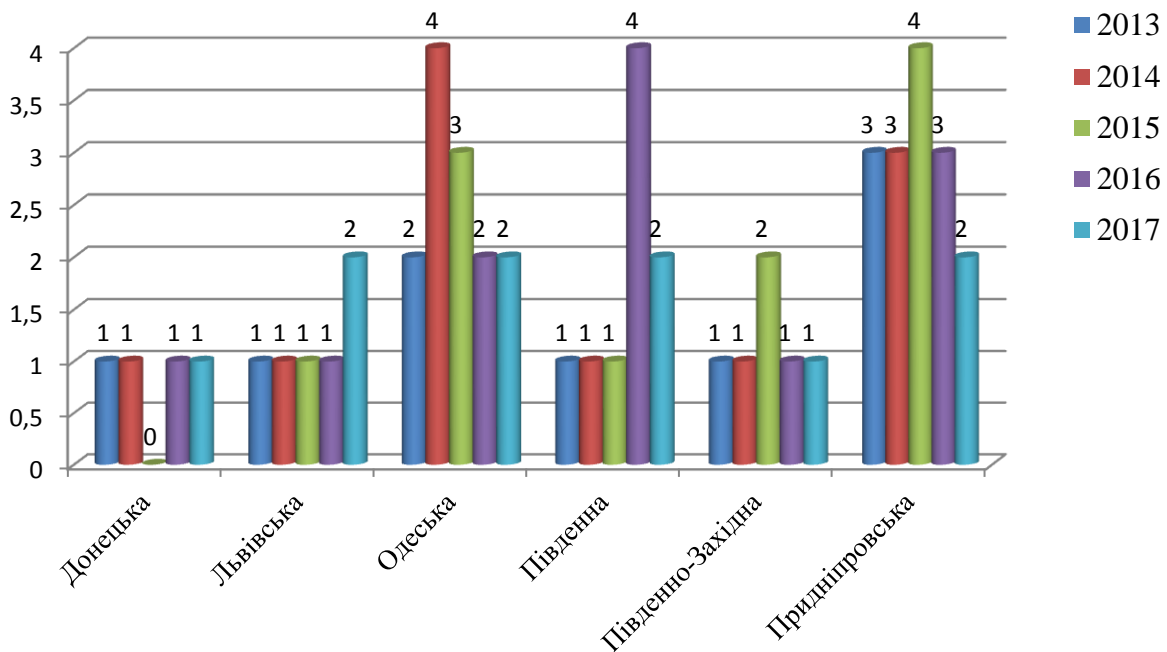


Рис. 1. Кількість транспортних подій за період 2013-2017 років

Аналіз динаміки показує, що у 2013 році загальна кількість подій, що сталася, складає 9 випадків, у 2014 р. – 11, 2015 р. – 11, 2016 р. – 12, 2017 р. – 10.

З загальної кількості 10 інцидентів, які віднесені за господарствами сигналізації та зв'язку у 2017 році, з вини дистанцій сигналізації та зв'язку допущено 8 інцидентів або 80 % від загальної кількості.

Причинами цих транспортних подій є:

- порушення технології виконання робіт (неоперативна організація усунення відмов, недотримання вимог технологічних карт та керівництв з експлуатації). Ця причина призвела до виникнення 5 інцидентів, що становить 63 % від загальної кількості;

- невиконання робіт, передбачених планами технічного обслуговування пристроїв СЦБ, інструкціями та керівними вказівками. З цієї причини допущено 3 інциденти, що становить 37 %;

- інші причини (вплив грозових та комутаційних перенапруг, ожеледиця,

повінь та інші). З цієї причини в 2017 році не були встановлені інциденти.

Окремо проаналізуємо надійність роботи пристроїв СЦБ – рис. 2. Кількість відмов пристроїв СЦБ у 2017 році в порівнянні з аналогічним періодом 2016 року збільшилась на 23,6% і склала 5310 проти 4296 у 2016. А загальна кількість відмов за останні 5 років склала 23472 випадків.

Якщо розглянути відмови пристроїв СЦБ, віднесених за господарством сигналізації та зв'язку в 2017 році, то основними об'єктами даних відмов є (рис. 3):

1. Вихід з ладу реле, блоків, трансформаторів, трансмітерів, конденсаторів та конденсаторних блоків, випрямлячів, безконтактної апаратури, пристроїв захисту – 482 відмови або 36,2 %. Найбільша кількість відмов апаратури на регіональній філії «Одеська залізниця» – 156 відмов.

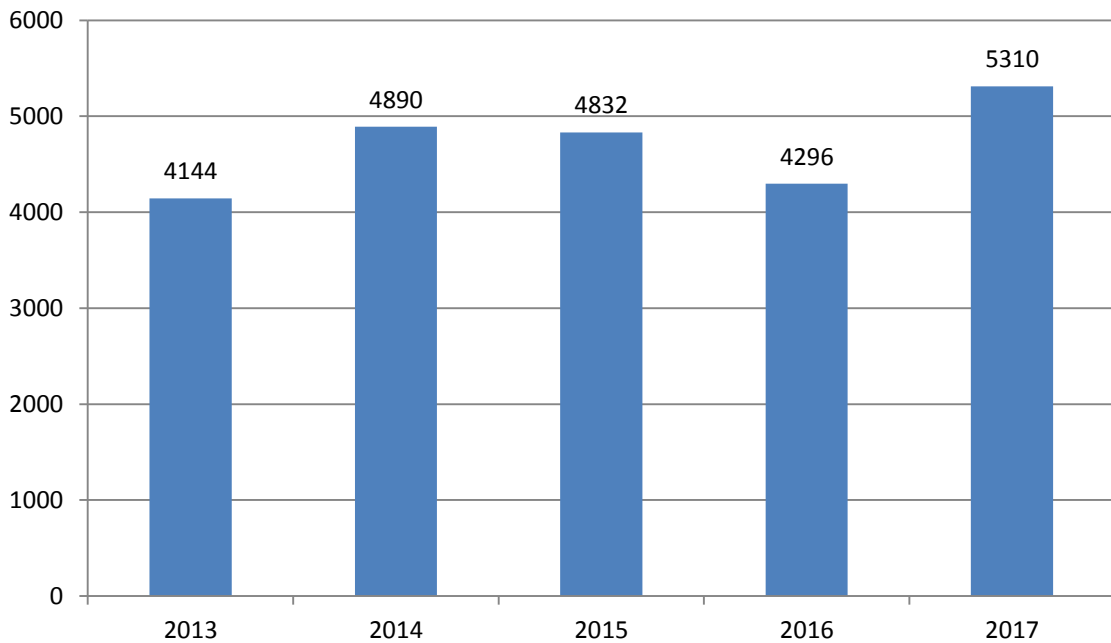


Рис. 2. Кількість відмов пристроїв СЦБ за період 2013-2017 років

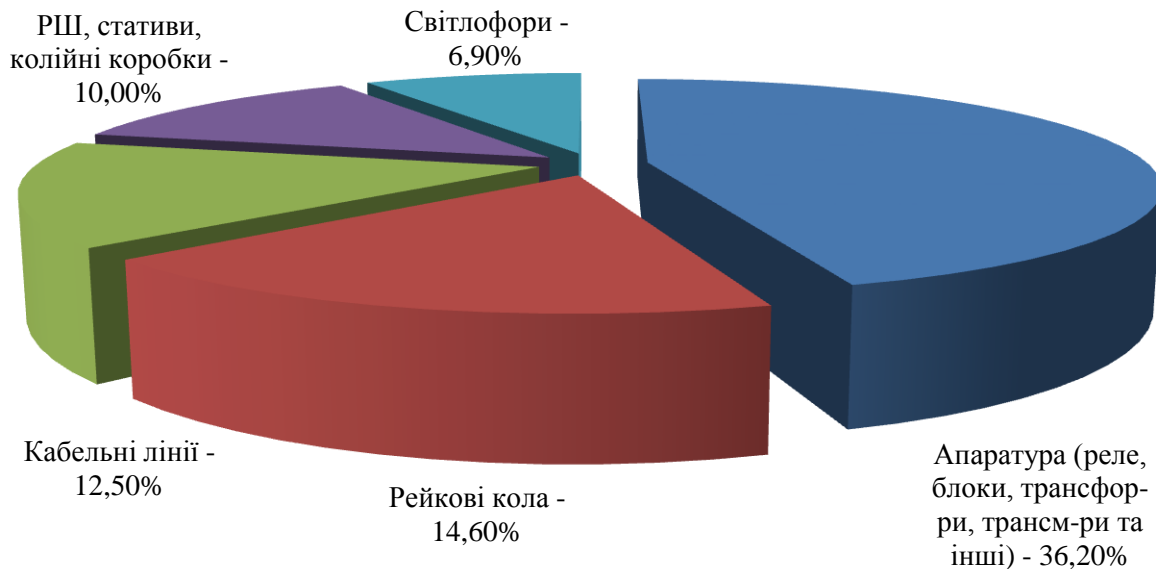


Рис. 3. Відмови пристроїв СЦБ, віднесених за господарством сигналізації та зв'язку в 2017 році

Основними причинами відмов апаратури є обрив обмоток та монтажних проводів в приладах, коротке замикання проводів, втрата ємності конденсаторів, які виникали через неякісне виконання робіт при технічному обслуговуванні ремонтних пристроїв, фізичне старіння, вплив грозових та комутаційних перенапруг.

Основні типи приладів, які найбільше виходили з ладу, – трансформатори, трансмітери, конденсатори та конденсаторні блоки.

2. Порушення роботи рейкових кіл – 195 відмов або 14,6 %. Найбільша кількість відмов рейкових кіл на регіональній філії «Львівська залізниця» – 61 відмова.

Основні причини відмов в рейкових колах – обрив або відсутність рейкових з'єднувачів.

3. Порушення роботи кабельних ліній – 166 відмов або 12,5 %. Найбільша кількість відмов кабельних ліній на регіональній філії «Одеська залізниця» – 49 відмов. Основні причини відмов кабельних ліній – внутрішній обрив жил в кабелі, обрив жил на клеммах, заниження опору ізоляції.

4. Несправність в релейних шафах, на стативах, в колійних коробках – 133 відмови або 10,0 %. Найбільша кількість відмов цих пристроїв на регіональних філіях «Одеська залізниця» – 46 відмов. Основні причини відмов – несправність штепсельних плат, клем, роз'ємів, колодок, монтажу.

5. Несправність світлофорів – 86 відмов або 6,9 %. Найбільша кількість відмов цих пристроїв на регіональній філії «Придніпровська залізниця» – 27.

6. Несправність стрілочних електроприводів, гарнітури, замків Мелентьєва – 68 відмов або 5,1 %. Найбільша кількість відмов цих пристроїв на регіональній філії «Одеська залізниця» – 23 відмови.

Основними причинами цих відмов на залізницях є несправність електродвигунів, втрата контакту в автоперемикачі та несправність монтажу в електроприводі.

Основними причинами відмов пристроїв СЦБ є:

Експлуатаційні – 1135 відмов або 85,3 %. З них:

1.1. Порушення технології виконання робіт (недотримання вимог технологічних карт та керівництв з експлуатації) при технічному обслуговуванні та ремонті пристроїв СЦБ – 560 відмов або 42,1 %. Найбільша кількість таких відмов на регіональній філії «Придніпровська залізниця» – 147 відмов.

1.2. Вихід з ладу приладів, пристроїв із-за фізичного старіння – 399 відмов або 30,0 %. Найбільша кількість таких відмов

на регіональній філії «Одеська залізниця» – 216 відмов.

1.3. Неякісний ремонт та перевірка приладів в РТД СЦБ – 35 відмов або 2,6 %. Найбільша кількість таких відмов на регіональній філії «Придніпровська залізниця» – 22 відмови.

1.4. Причина не виявлена – 129 відмов або 9,7 %. Найбільше відмов з не виявленою причиною на регіональній філії «Південно-Західна залізниця» – 68 відмов.

Інші – 195 відмови або 14,7 %. З них:

2.1. Вплив грозових та комутаційних перенапруг – 103 відмови або 7,7 %. Найбільше таких відмов на регіональній філії «Південна залізниця» – 56 відмов.

2.2. Конструктивно-заводський недолік – 79 відмов або 5,9 %. Найбільше таких відмов на регіональній філії «Одеська залізниця» – 49 відмов.

Якщо проаналізувати кількість порушень дії пристроїв АЛС, що призвели до вимкнення сигналізації АЛС під час прямування поїздів, то отримуємо, що за 2013 рік на залізницях України допущено 1030 порушень, 2014 р. - 807, 2015 р. - 832, 2016 р. - 840, 2017 р. - 1011. Розподілення порушень дії пристроїв АЛС в період з 2013-2017 рр., віднесених за різними службами, зображено на рис. 4.

На прикладі, показаному на рис. 5, зображено співвідношення об'єктів, що стали причиною відмов пристроїв АЛС і призвели до вимкнення її під час прямування поїздів у період з 2016-2017 рр.

Виділимо основні з них, де зросла кількість відмов:

- дешифратор – 42/36 (2017/2016 рр. відповідно; причинами, як правило, є злам контактних пружин реле, втрата контакту та підгоряння контактів реле);

- підсилювач – 28/26 (причини - відмова конденсатора, транзистора);

- локомотивний фільтр – 10/5 (причини - котушка дроселя, механічні пошкодження, відмова конденсатора).

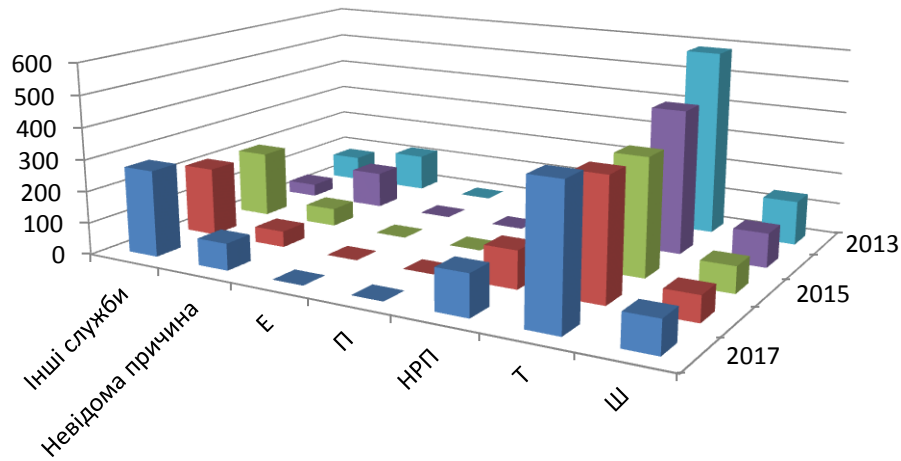


Рис.4. Розподілення кількості порушень дії пристроїв АЛС, що призвели до вимкнення її під час прямування поїздів за службами

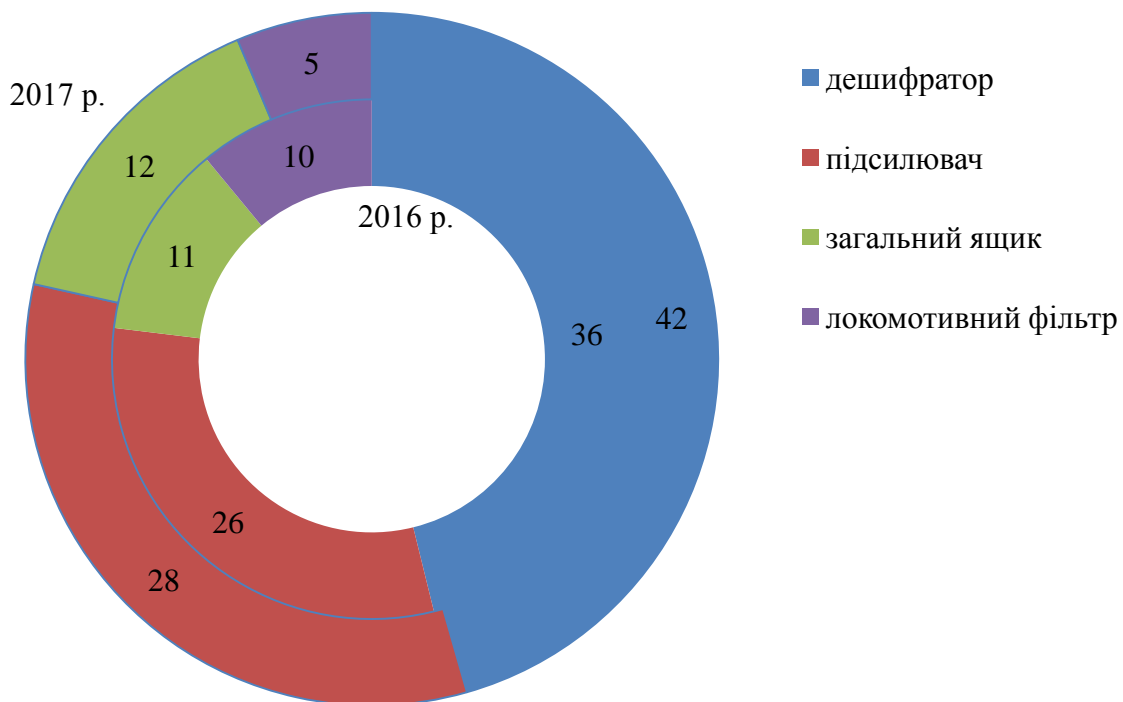


Рис. 5. Співвідношення об'єктів відмов пристроїв АЛС по службі сигналізації, централізації та блокування, що призвели до вимкнення її під час прямування поїздів

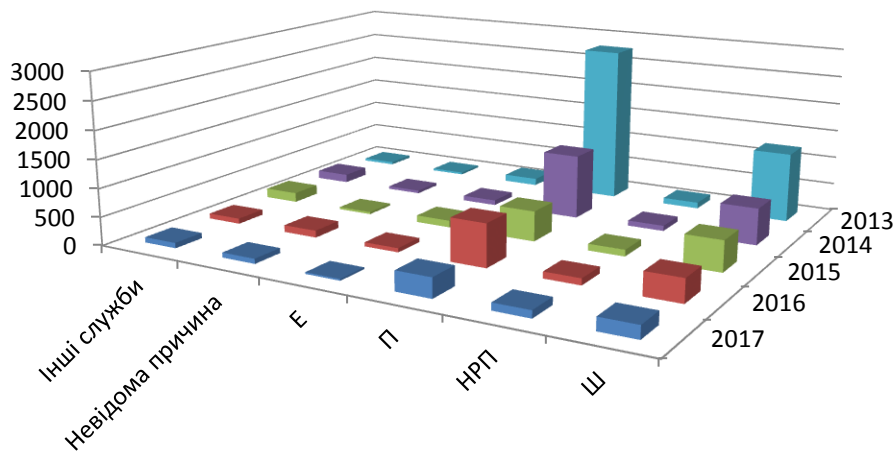


Рис. 6. Розподілення збоїв у роботі АЛС, віднесених за різними службами

А також треба відмітити, що кількість відмов дещо зменшилась у загальних ящиках – 11/12 (причини - відсутність контакту на клеммах або контактних пружинах). Треба зауважити, що основною причиною відмов локомотивних пристроїв АЛС і надалі залишається зношеність апаратури.

Також проаналізуємо загальну кількість короточасних порушень (збоїв) у роботі локомотивної сигналізації, вважаючи такими лише ті, що повторювались тричі за 3 доби на одному і тому ж місці (ізольована секція, блок-ділянка тощо). За 2013 рік відбулось 4215 випадків, 2014 р. - 2075, 2015 р. - 1408, 2016 - 1457, 2017 р. - 779. Розподілення збоїв у роботі АЛС в період з 2013-2017 рр., віднесених за різними службами, зображено на рис. 6.

Аналіз показав, що основними причинами збоїв, віднесених за наступними службами є:

- за службою Ш – несправність приладів кодування, спотворення часових параметрів коду;

- за службою П – намагніченість рейок, несправність або відсутність з'єднувачів на

перегонах, рейки, укладені поряд з залізничними коліями або усередині них;

- за службою Е – нестабільне живлення.

Аналіз відмов у роботі пристроїв СЦБ та збоїв у роботі пристроїв АЛС, які вплинули на рух швидкісних поїздів «ІНТЕРСІТІ» та «ІНТЕРСІТІ+», показав деякі особливості в статистичних даних. Розподіл збоїв АЛС по залізницях та службах наведений у табл. 1. Загальна кількість випадків збоїв становить у 2013 р. – 543, 2014 р. – 441, 2015 р. – 379, 2016 р. – 336, 2017 р. – 551.

Обговорення результатів дослідження

З проведеного аналізу видно, що середня кількість транспортних подій, які відбуваються щороку на всіх залізницях України, становить близько 10 інцидентів (див. рис. 1). При цьому, як показує статистика, 60-80 % інцидентів відбувається з вини дистанцій сигналізації та зв'язку. Головною причиною цього залишається порушення технології виконання робіт. Окрім того, окремо проаналізувавши кількість відмов пристроїв СЦБ, чітко спостерігається тенденція до зростання.

Таблиця 1

Розподіл збоїв АЛС по залізницях та службах, які вплинули на рух швидкісних поїздів
«ІНТЕРСІТІ» та «ІНТЕРСІТІ+»

Збої АЛС по службах	Рік	Залізниця						
		Донецька	Львівська	Одеська	Південна	Південно-західна	Придніпровська	Всього:
Інші	2017	0	2	10	3	26	1	42
	2016	0	1	5	0	1	3	10
	2015	0	0	3	0	0	1	4
	2014	-	-	1	-	2	-	3
	2013	-	-	-	-	-	-	-
Втручання сторонніх осіб	2017	0	0	0	0	0	0	0
	2016	0	0	0	0	0	0	0
	2015	0	0	0	2	0	1	3
	2014	-	-	-	-	1	-	1
	2013	-	-	-	-	1	-	1
Причина не встановлена	2017	11	15	51	19	132	13	241
	2016	8	8	38	14	45	15	128
	2015	0	24	23	45	13	35	140
	2014	1	19	9	64	35	30	158
	2013	3	34	4	25	-	12	80
Т	2017	0	0	0	0	3	0	3
	2016	0	0	2	0	0	0	2
	2015	0	0	0	0	0	0	0
	2014	-	-	4	5	-	3	12
	2013	-	-	-	-	-	-	-
УЗШК	2017	0	0	3	0	25	5	33
	2016	0	0	0	0	0	0	0
	2015	0	1	8	0	11	0	20
	2014	-	-	-	7	4	-	11
	2013	1	5	-	-	20	-	25
Е	2017	0	1	2	4	9	2	18
	2016	0	5	2	1	19	0	27
	2015	0	2	2	2	1	0	7
	2014	-	3	1	5	23	3	35
	2013	-	3	-	9	4	-	15
П	2017	0	6	57	1	81	0	145
	2016	0	3	71	3	31	1	109
	2015	0	2	23	3	20	1	49
	2014	-	10	8	5	92	1	116
	2013	-	16	31	31	151	-	225
Ш	2017	0	8	8	7	40	6	69
	2016	0	9	12	21	10	8	60
	2015	0	10	5	23	2	11	51
	2014	2	8	7	41	34	13	105
	2013	4	9	2	26	151	12	197
Загальна кількість збоїв по залізницях	2017	11	32	131	34	316	27	551
	2016	8	26	130	39	106	27	336
	2015	0	39	64	75	47	49	274
	2014	3	40	30	127	191	50	441
	2013	8	67	37	91	327	24	543

Основними об'єктами, що призвели до цього, є несправність дешифраторів, підсилювачів і локомотивних фільтрів, а основною причиною залишається зношеність апаратури. При цьому кількість збоїв у роботі АЛС впродовж 2013-2017 років значно більша. Це обумовлено наявністю великої кількості завод, що впливають на передавальну та приймальну апаратуру АЛС. Існує багато науково-дослідних робіт різних авторів [3, 6-8], які ставлять перед собою за мету зменшити вплив завод на роботу системи. Але і надалі проблема залишається актуальною. Що стосується швидкісних поїздів «ІНТЕРСІТІ» та «ІНТЕРСІТІ+», то аналізуючи кількість збоїв за 2013-2017 роки та їх розподіл по залізницях та службах можна дійти висновку, що основна кількість так само віднесена за службами Ш та П.

Висновки

Для підвищення ефективності та надійності роботи залізничних пристроїв виконано багато науково-дослідних робіт. Результати впроваджуються в експлуатаційну роботу, тим самим автоматизуючи велику кількість технологічних процесів, скорочуючи час на обслуговування пристроїв та підвищуючи ймовірність безвідмовної роботи апаратури [4, 5, 10]. Проте, незважаючи на це, аналіз роботи залізничних пристроїв за дослідні 2013-2017 роки показав, що людський фактор, а саме порушення технології виконання робіт, недотримання вимог технологічних карт та керівництв з експлуатації, неякісний ремонт та перевірка приладів в ремонтно-технологічних ділянках, залишається суттєво високим в надійності роботи залізничної апаратури в цілому і в системах локомотивної сигналізації зокрема. Тому і надалі не втрачають своєї актуальності розробки в сфері автоматизації процесів перевірки та

обслуговування систем безпеки на залізничному транспорті.

Бібліографічний список

1. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2013 – 2017 року. Міністерство транспорту України. Державна адміністрація залізничного транспорту. – 2014. – 2018.
2. Антоненко В. С. Анализ работоспособности автоматической локомотивной сигнализации числового кода / В. С. Антоненко, Ю. А. Кравцов, В. М. Сафро, А. Б. Чегуров // Известия ПГУПС. – 2011. № 1. – С. 101-112.
3. Гололобова О. А. Исследование работы системы автоматической локомотивной сигнализации в условиях помех / О. А. Гололобова // Наука и транспорт. Вестник Белорусского государственного университета транспорта. – Беларусь: БелГУТ, 2016. Вип. 2 (33). – С. 126-129.
4. Гололобова О. О. Автоматизация технического обслуживания устройств автоматической локомотивной сигнализации // «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта»: Тезисы 75 Международной научно-практической конференции. Секция 7 «Автоматизированные системы управления на транспорте». – Д.: ДНУЗТ. – 2015. – С. 196.
5. Горелик А. В. Оценка качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А. В. Горелик, Н. А. Тарадин А. С. Веселова, Д. В. Солдатов // Автоматика на транспорте. – 2017. – Т. 3. – № 3. – С. 319 – 334
6. Киякина Т. Е. Причины сбоев в работе автоматической локомотивной сигнализации, методы решения проблем / Т. Е. Киякина, Д. И. Селиверов // Технические науки в России и за рубежом (II): материалы междунар. заоч.

- науч. конф. ТЗ8 (г. Москва, ноябрь 2012 г.). – М.: Буки-Веди, 2012. – 166 с.
7. Лукоянов С. В. Сбоев кодов АЛСН на скоростном участке стало меньше.// Автоматика, связь, информатика. – 2011 – №9 – С. 22-25.
 8. Лукоянов С. В. Сбоев кодов АЛСН на скоростном участке стало меньше.// Автоматика, связь, информатика. – 2011 – №11 – С.34-36.
 9. Пультяков А. В. Системный анализ устойчивости работы систем автоматической локомотивной сигнализации / А. В. Пультяков, М. Э. Скоробогатов // Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация Иркутский государственный университет путей сообщения Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2018. № 1 (57). С. 79-89.
 10. Hololobova O. O. Application of fourier transform and wavelet decomposition for decoding the continuous automatic locomotive signaling code / O. O. Hololobova, V. I. Havryliuk // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2017. Вип. 1 (67). – С. 7-17.
 11. Hololobova O. O. Study of transmission lines effect on the system operation of continuous automatic cab signaling / O. O. Hololobova, V. I. Havryliuk, M. O. Kovryhin, S. Yu. Buriak // Наука та прогрес

- транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2014. Вип. 5 (53). – С. 17-28.
12. Theeg, G. Railway Signalling and Interlocking. International Compendium / G. Theeg, S. Vlasenko. – Hamburg : Eurailpress, 2009. – 448 p.

Ключові слова: автоматична локомотивна сигналізація, статистика відмов, аналіз причин збоїв, завади у роботі, приймальна та передавальна апаратура, кількісні та якісні показники відмов.

Ключевые слова: автоматическая локомотивная сигнализация, статистика отказов, анализ причин сбоев, помехи в работе, приемная и передающая аппаратура, количественные и качественные показатели отказов.

Keywords: automatic locomotive signaling, failure statistics, analysis of causes of failures, interference in work, receiving and transmitting equipment, quantitative and qualitative failure rates.

Рецензенти:
д.т.н., проф. Муха А.Н.
д.т.н., проф. Бойник А.Б.

Надійшла до редколегії 08.04.2019.
Прийнята до друку 22.04.2019.