

АВТОМАТИЗОВАНІ ТА ТЕЛЕМАТИЧНІ СИСТЕМИ НА ТРАНСПОРТІ

УДК 656.256:681.5.09

О. О. ГОЛОЛОВОВА¹, С. Ю. БУРЯК^{2*}, В. І. ГАВРИЛЮК³, Р. В. МАРКУЛЬ⁴,
А. М. АФАНАСОВ⁵, Д. С. БЛУХІН⁶

¹Каф. «Автоматика та телекомунікації», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 04, ел. пошта gololobova_oksana@i.ua, ORCID 0000-0003-1857-8196

^{2*}Каф. «Автоматика та телекомунікації», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 04, ел. пошта ser.buryak@gmail.com, ORCID 0000-0002-8251-785X

³Каф. «Автоматика та телекомунікації», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 04, ел. пошта vl.gavrilyuk@gmail.com, ORCID 0000-0001-9954-4478

⁴Каф. «Транспортна інфраструктура», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 53, ел. пошта guangamr@gmail.com, ORCID 0000-0002-7630-8963

⁵Каф. «Електрорухомий склад залізниць», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +380 (056) 373 15 31, ел. пошта afanasof@ukr.net, ORCID 0000-0003-4609-2361

⁶Каф. «Електрорухомий склад залізниць», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +380 (056) 373 15 31, ел. пошта comandor04@gmail.com, ORCID 0000-0002-2791-617X

Визначення причин порушень у роботі автоматичної локомотивної сигналізації

Мета. Безпечність перевізного процесу на залізничному транспорті та його безупинна робота значною мірою залежать від надійності роботи засобів залізничної автоматики та зв'язку. Особлива роль у забезпеченні безперервності перевізного процесу залізниць належить системам інтервального регулювання руху поїздів, а також автоматичній локомотивній сигналізації у поєднанні із системами контролю пильності машиніста та автостопом. Тому основною метою нашої статті є детальний аналіз надійності роботи цих систем, щоб мати змогу на базі отриманої інформації корегувати методики обслуговування та вдосконалювати експлуатаційну роботу персоналу. **Методика.** Для попередження збоїв та відмов у роботі пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації проаналізовано статистику відмов усіх пристроїв залізничної автоматики, які можуть призвести до порушень. Визначено найбільш відповідальні пристрої, контроль яких значно вплине на працездатність системи та підвищить надійність роботи в цілому. **Результати.** Аналіз статистичних даних показав, що основною причиною порушень у роботі системи автоматичної локомотивної сигналізації є вихід із ладу дешифратора, локомотивного фільтра та підсилювача, а основною причиною, що обумовлює несправності, залишається зношеність апаратури. **Наукова новизна.** Результати розробок, спрямованих на підвищення ефективності та надійності роботи залізничних пристроїв, постійно впроваджують в експлуатаційну практику, автоматизуючи велику кількість технологічних процесів та поліпшуючи показники напруження апаратури на відмову. Попри це аналіз роботи пристроїв на залізницях за період 2013–2021 років засвідчив, що на людський фактор, позначений порушеннями технології виконання робіт і недотриманням вимог технологічних карт і посібників з експлуатації, а також неякісним ремонтом і перевіркою приладів на ремонтно-технологічних дільницях, припадає значна частка причин погіршення показників надійності роботи всіх систем залізничної автоматики та розглянутої системи локомотивної сигналізації. **Практична значимість.** Проведений аналіз показав, що вдосконалення як безпосередньо самих систем і пристроїв залізничної автоматики, так і методів їх перевірки, експлуатації та обслуговування підвищить рівень безпеки та надійності перевезень.

Ключові слова: автоматична локомотивна сигналізація (АЛС); статистика відмов; аналіз причин збоїв; завади в роботі; приймальна та передавальна апаратура; кількісні та якісні показники відмов

АВТОМАТИЗОВАНІ ТА ТЕЛЕМАТИЧНІ СИСТЕМИ НА ТРАНСПОРТІ

Вступ

Залізничний транспорт в Україні забезпечує перевезення мільйонів тонн вантажів і сотень тисяч пасажирів, представляючи один із найпоширеніших видів транспорту. Розгалужена система мережі залізниць України налічує велику кількість автоматизованих систем керування як безпосередньо рухом поїздів, так і забезпеченням життєдіяльності багатьох структурних підрозділів у її складі, у тому числі й системи автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС). Щоденно ці складні системи функціонують під впливом численних перешкод різного роду, зокрема як погодних умов, так і важких механічних та електричних перевантажень. Безумовно, безпечність перевізного процесу на залізничному транспорті та його стабільна робота значною мірою залежать від гарантованої безперервної роботи пристроїв залізничної автоматики та зв'язку. Слід зазначити, що головне місце в забезпеченні ефективної та безпечної роботи галузі посідають системи інтервального регулювання руху поїздів (ІРРП), а також АЛС. Для максимально ефективного забезпечення безперебійної роботи системи АЛС необхідно проаналізувати статистику відмов усіх 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, у свою чергу, надасть змогу визначити параметри та методи їх контролю для підвищення безпеки руху поїздів.

Слід також згадати, що в цьому напрямі є певні досягнення. Підвищенню ефективності та надійності роботи залізничних пристроїв присвячено багато науково-дослідних робіт, результати яких застосовують на залізницях. Упровадження цих напрацювань в експлуатаційну роботу має на меті автоматизацію технологічних процесів, скорочення часу на обслуговування пристроїв та підвищення ймовірності безвідмовної роботи апаратури [4, 5, 10]. Але процес розробок, зважаючи на продовження фіксації порушень у роботі системи АЛС, триває.

АЛС у поєднанні із системами контролю пильності машиніста та автостопом представляють собою частину системи забезпечення безпеки руху. Кожен збій, відмова чи транспортна подія, що сталися на залізницях, залежно від конкретних обставин, можуть становити загрозу для життя людей та призвести до значних матеріальних збитків. Щоб мати можливість цьому запобігти, необхідно підвищувати надійність роботи та поліпшувати методи обслуговування залізничних пристроїв [11].

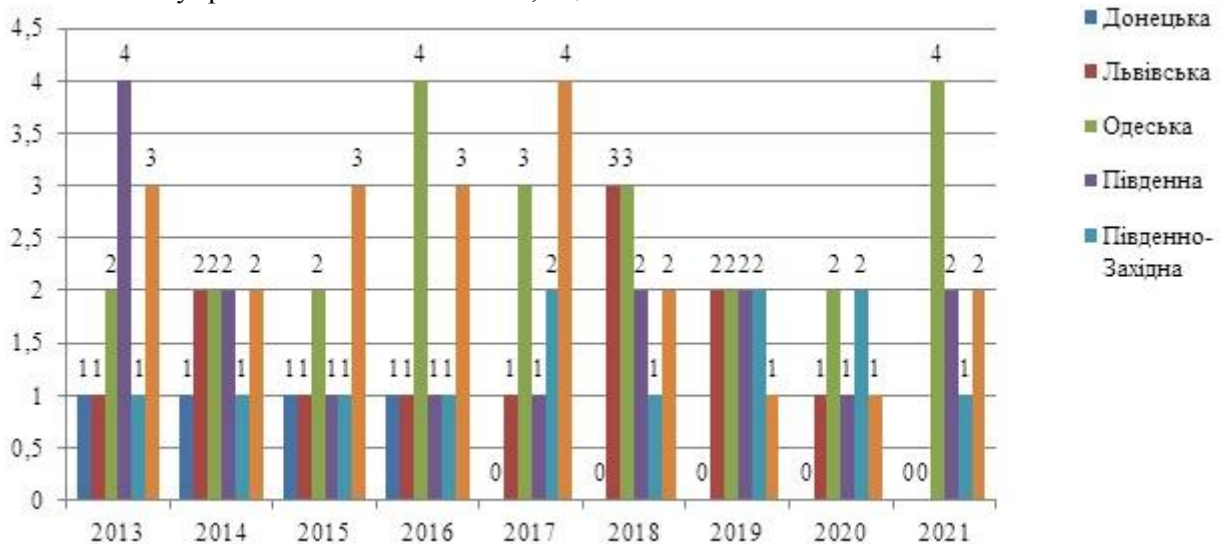


Рис. 1. Кількість транспортних подій за період 2013–2021 років

Fig. 1. Number of transport events for the period 2013–2021

АВТОМАТИЗОВАНІ ТА ТЕЛЕМАТИЧНІ СИСТЕМИ НА ТРАНСПОРТІ

Мета

Відповідно до викладеного, у роботі поставлено мету провести аналіз статистики відмов та збоїв у роботі, для якої характерне поєднання підвищення швидкостей руху транспортних засобів та експлуатаційних показників оновлених типів поїздів, нових типів електропоїздів та локомотивів з асинхронним тяговим приводом із непоправним моральним і фізичним старінням усіх локомотивів і рухомих одиниць залізниць України, більшість із яких уже давно має відпрацьований ресурс.

Дослідження статистики порушень у роботі системи АЛС також сприятиме визначенню факторів найбільшого впливу на її працездатність у цілому. Передусім це стосується визначення критичних помилок, які впливають на безпеку руху.

Методика

Статистичний збір та аналіз інформації проведено на основі відповідних показників з роботи шести українських залізниць за досліджені дев'ять років порівняно з показниками інших досліджень, за попередні роки [1, 2].

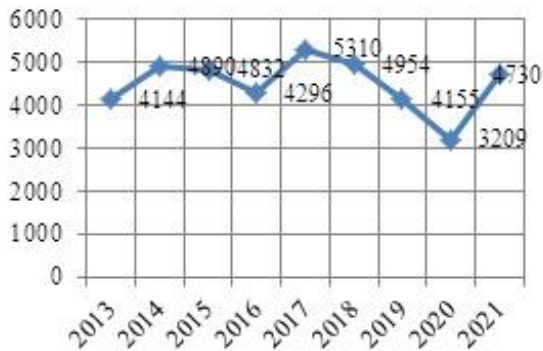


Рис. 2. Кількість відмов пристроїв СЦБ за період 2013–2021 років

Fig. 2. Number of failures of signaling arrangements for the period 2013–2021

Кількість транспортних подій за 2013–2021 роки наведена на рис. 1, із якого видно, що у 2013 році загальна кількість подій, що сталася, складає 12 випадків, у 2014-му – 10, 2015-му – 9, 2016, 2017 та 2018-му – по 11, 2019-му – 9, 2020-му – 7, 2021-му – 9.

Із загальної кількості інцидентів, які відбуваються з вини господарства сигналізації та зв'язку, частка вини дистанцій сигналізації та зв'язку складає близько 75 % .

Причинами виникнення таких інцидентів є:

– порушення технології виконання робіт (неоперативна організація усунення відмов, недотримання вимог технологічних карт та посібників з експлуатації). Ця причина призводить до виникнення близько 45 % транспортних подій від загальної їх кількості;

– невиконання робіт, передбачених планами технічного обслуговування пристроїв СЦБ, інструкціями та керівними вказівками. Із цієї причини відбувається близько 30 % інцидентів;

– інші причини (вплив грозових та комутаційних перенапруг, ожеледиця, повінь тощо). На частку цієї причини в різні роки припадає від нуля до декількох відсотків інцидентів.

Окремо проаналізуємо надійність роботи пристроїв СЦБ (рис. 2).

Кількість відмов пристроїв СЦБ у 2021 році порівняно з аналогічним періодом 2020 року збільшилась на 47,4 % і склала 4 730 проти 3 209. А загальна кількість відмов за наведені 9 років склала 40 520 випадків.

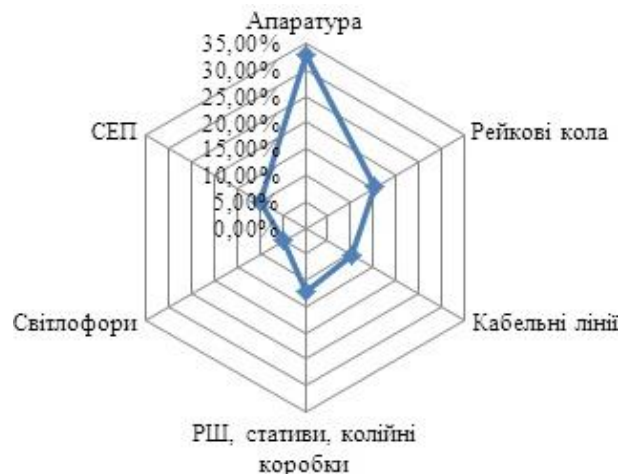


Рис. 3. Відмови пристроїв СЦБ, закріплених за господарством сигналізації та зв'язку, у 2021 році

Fig. 3. Failures of signaling arrangements classified as signaling and communication facilities in 2021

Різновидами відмов пристроїв СЦБ, закріплених за господарством сигналізації та зв'язку, у 2021 році були такі (рис. 3):

АВТОМАТИЗОВАНІ ТА ТЕЛЕМАТИЧНІ СИСТЕМИ НА ТРАНСПОРТІ

1. Вихід із ладу реле, блоків, трансформаторів, трансмітерів, конденсаторів та конденсаторних блоків, випрямлячів, безконтактної апаратури, пристроїв захисту – 411 відмов, або 32,8 %. Найбільша кількість відмов апаратури в регіональній філії «Одеська залізниця» – 155. Основними причинами відмов апаратури є фізичне старіння.

2. Порушення роботи рейкових кіл – 193 відмови, або 15,4 %. Найбільша кількість відмов рейкових кіл у регіональній філії «Львівська залізниця» – 78. Основні причини відмов у рейкових колах – обрив або відсутність рейкових з'єднувачів.

3. Несправність у релейних шаф, штативів, у колійних коробок – 151 відмова або 12,0 %. Найбільша кількість відмов цих пристроїв у регіональній філії «Придніпровська залізниця» – 50. Основні причини відмов – обрив або

втрата контакту монтажного проводу, несправність клем, рознімачів, колодок.

4. Порушення роботи кабельних ліній – 130 відмов, або 10,4 %. Найбільша кількість відмов кабельних ліній у регіональній філії «Придніпровська залізниця» – 50. Основні причини відмов кабельних ліній – внутрішній обрив жил у кабелі.

5. Несправність світлофорів – 61 відмова, або 4,9 %. Найбільша кількість відмов цих пристроїв у регіональній філії «Придніпровська залізниця» – 15.

6. Несправність стрілочних електроприводів, гарнітури, замків Мелентьєва – 121 відмова, або 9,7 %. Найбільша кількість відмов цих пристроїв у регіональній філії «Одеська залізниця» – 36. Основними причинами цих відмов є вихід із ладу електродвигуна та втрата контакту в автоперемикачі.

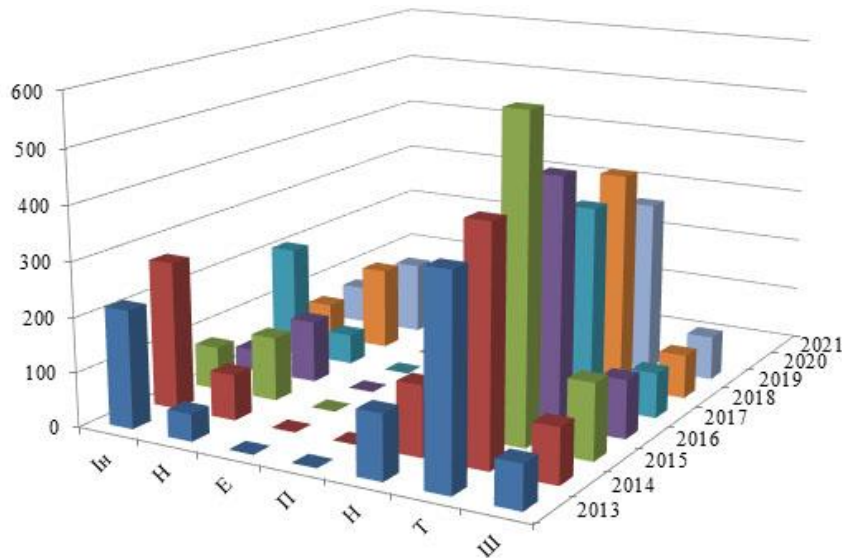


Рис. 4. Розподілення кількості порушень дії пристроїв АЛС, що призвели до її вимкнення під час прямування поїздів, за службами

Fig. 4. Distribution of the number of failures of the Automatic Locomotive Signaling System's devices, which resulted in its shutdown during the train running by services

Основними причинами відмов пристроїв СЦБ є:

1. Експлуатаційні – 1 024 відмови, або 81,7 %. Із них:

1.1. Порушення технології виконання робіт (недотримання вимог технологічних карт та посібників з експлуатації) під час технічного обслуговування та ремонту пристроїв СЦБ –

440 відмов, або 35,1 %. Найбільша кількість таких відмов у регіональній філії «Придніпровська залізниця» – 184.

1.2. Вихід із ладу приладів, пристроїв через фізичне старіння – 438 відмов, або 34,9 %. Найбільша кількість таких відмов у регіональній філії «Одеська залізниця» – 224.

АВТОМАТИЗОВАНІ ТА ТЕЛЕМАТИЧНІ СИСТЕМИ НА ТРАНСПОРТІ

1.3. Неякісний ремонт і перевірка приладів на ремонтно-технологічних ділянках СЦБ – 31 відмова, або 2,5 %. Найбільша кількість таких відмов у регіональній філії «Придніпровська залізниця» – 25.

1.4. Причина не виявлена – 95 відмов, або 7,6 %. Найбільше відмов із невиявленою причиною в регіональній філії «Придніпровська залізниця» – 25.

2. Інші – 89 відмов, або 1,0 %. Із них:

2.1. Вплив грозових та комутаційних перенапруг – 67 відмов, або 5,3 %. Найбільше таких відмов у регіональній філії «Південна залізниця» – 34.

2.2. Конструктивно-заводський недолік – 71 відмова, або 5,7 %. Найбільше таких відмов у регіональній філії «Одеська залізниця» – 43.

Аналіз кількості порушень дії пристроїв АЛС, що призвели до її вимкнення під час прямування поїздів, показує, що за 2013 рік на залізницях України допущено 1 030 порушень, 2014 -ий – 807, 2015-ий – 832, 2016-ий – 840, 2017-ий – 1 011, 2018-ий – 1 586, 2019-ий – 530, 2020-ий – 430, 2021-ий – 1 058. Розподілення

порушень дії пристроїв АЛС у період 2013–2021 рр. за різними службами зображено на рис. 4.

На рис. 5 подано співвідношення об'єктів, що стали причиною відмов пристроїв АЛС і призвели до її вимкнення під час прямування поїздів у період 2020–2021 рр.

Виділимо основні з них, де зросла кількість відмов:

– дешифратор – 29/34 (2021/2020 рр. відповідно; причинами, як правило, є злам контактних пружин реле – 11/13, втрата контакту та підгоряння контактів реле – 8/11);

– підсилювач – 27/25 (причини – відмова транзистора (8/6), підгоряння контактів реле ІР (11/3));

– локомотивний фільтр – 5/2 (причини – катушка дроселя, механічні пошкодження, відмова конденсатора).

Також потрібно визначити, що кількість відмов збільшилася в загальних ящиках – 7/1 (причини – відсутність контакту на клеммах або контактних пружинах).

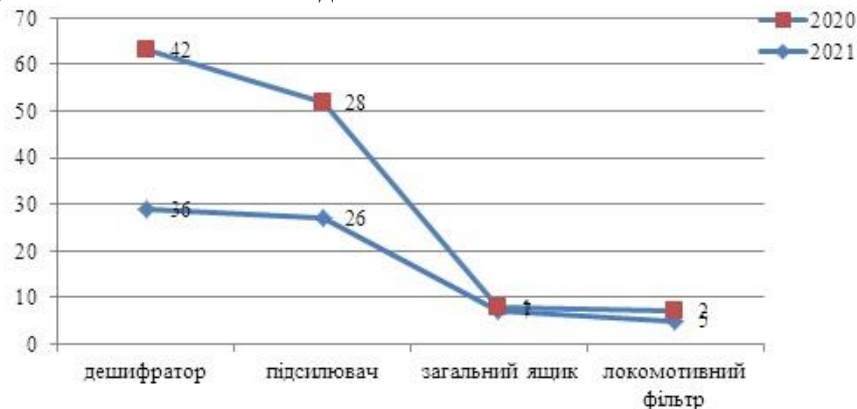


Рис. 5. Співвідношення об'єктів відмов пристроїв АЛС по службі сигналізації, централізації та блокування, що призвели до її вимкнення під час прямування поїздів

Fig. 5. Ratio of failure objects of the Automatic Locomotive Signaling System's devices by the service of signals and interlocking, which resulted in its shutdown during the train movement

Слід зауважити, що основною причиною відмов пристроїв АЛС і надалі залишається зношеність апаратури.

Також проаналізуємо загальну кількість короткочасних порушень (збоїв) у роботі локомотивної сигналізації, вважаючи такими лише ті, що повторювались тричі за 3 доби на одному й тому ж місці (ізольована секція, блок-ділянка

тощо). За 2013 рік відбулося 4 215 випадків, 2014-ий – 2 075, 2015-ий – 1 408, 2016-ий – 1 457, 2017-ий – 779, 2018-ий – 1 586, 2019-ий – 530, 2020-ий – 430, 2021-ий – 1 058. Розподілення збоїв у роботі АЛС у період 2013–2021 рр. за різними службами зображено на рис. 6.

АВТОМАТИЗОВАНІ ТА ТЕЛЕМАТИЧНІ СИСТЕМИ НА ТРАНСПОРТІ

Аналіз показав, що основними причинами збоїв за 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 в середині них;
- за службою Е – нестабільне живлення.

Результати

Із проведеного аналізу видно, що середня кількість транспортних подій, які відбуваються щороку на всіх залізницях України, становить близько 9 інцидентів (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, у результаті аналізу кількості відмов пристроїв СЦБ чітко спостерігається тенденція до зростання. Основними об'єктами відмов найчастіше (у 36 % випадків) стає елементна база систем СЦБ (реле, трансмітери, конденсатори і т. ін.). Відзначимо, що серед головних причин відмов виділяються експлуатаційні (85,3 %): неякісне

виконання робіт під час технічного обслуговування та зношеність апаратури. Якщо елементна база пристроїв СЦБ в багатьох випадках є передавальною апаратурою кодів АЛС на локомотив, то можна зробити висновок, що неякісне виконання робіт технічного персоналу негативно впливає на безперебійність роботи АЛС в цілому [8, 10].

Аналіз роботи систем АЛС на залізницях України (рис. 4) дає змогу відзначити, що кількість порушень дії пристроїв, які призвели до вимкнення АЛС під час прямування поїздів, упродовж дослідних дев'яти років залишається стабільно високою.

Основними об'єктами, несправності є дешифратори, підсилювачі й локомотивні фільтри, а основною причиною залишається зношеність апаратури. При цьому кількість збоїв у роботі АЛС упродовж 2013–2021 років значно більша. Це обумовлено наявністю великої кількості завад, що впливають на передавальну та приймальну апаратуру АЛС. Автори багатьох науково-дослідних робіт [3, 5–7] ставлять перед собою мету зменшити вплив завад на роботу системи. Але, як показує статистика, проблема й надалі залишається актуальною.

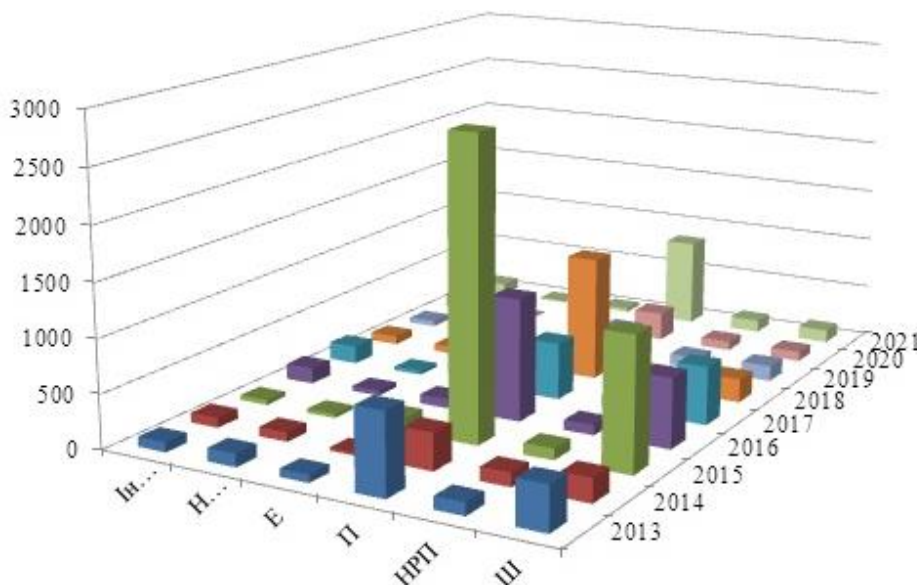


Рис. 6. Розподілення збоїв у роботі АЛС за різними службами

Fig. 6. Distribution of failures in the operation of Automatic Locomotive Signaling System, attributed to different services

Наукова новизна і практична значимість

Проведений аналіз дозволив не тільки визначити причини порушень у роботі системи АЛС та їх вплив на безпеку руху поїздів а й надати кількісну оцінку. Це сприяло формуванню комплексного підходу до пошуку варіантів вирішення цієї проблеми. У першу чергу це стосується практичних пропозицій щодо розробки шляхів подолання виявлених недоліків, а також щодо експлуатації обладнання, яке подекуди морально й технічно застаріло. Доведено також і необхідність проведення аналітичних спостережень за статистикою відмов, подальше їх дослідження з метою визначення впливу різних чинників. Це дає змогу правильно оцінити ступінь впливу на безпеку руху та перевізний процес у цілому порушень у роботі системи АЛС за природою збоїв і перешкод.

Висновки

Аналіз роботи залізничних пристроїв за дослідні 2013–2021 роки показав, що людський фактор, а саме порушення технології виконання робіт, недотримання вимог технологічних карт та посібників з експлуатації, неякісний ремонт та перевірка приладів на ремонтно-технологічних ділянках, залишається суттєво високим у показниках надійності роботи залізничної апаратури в цілому і в системах АЛС зокрема. Проте, якість виконання зазначених робіт не єдиний фактор, який впливає на ефективність роботи АЛС. Статистичні дані свідчать і про морально-технічне застарівання обладнання. Тому для поліпшення умов функціонування систем АЛС та ІРРП необхідно вживати дієвих заходів, спрямованих на оновлення пристроїв та засобів, а також на автоматизацію процесу їх моніторингу та діагностування.

Таким чином, розробки у сфері автоматизації процесів перевірки та обслуговування систем безпеки перевезень на залізничному транспорті не втрачають своєї актуальності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2013–2021 року*. Міністерство транспорту України. Державна адміністрація залізничного транспорту, 2014–2018.
2. Антоненко В. С., Кравцов Ю. А., Сафро В. М., Чегуров А. Б. Анализ работоспособности автоматической локомотивной сигнализации числового кода. *Известия ПГУПС*. 2011. № 1. С. 101–112.
3. Гололобова О. А. Исследование работы системы автоматической локомотивной сигнализации в условиях помех. *Вестник БелГУТа : Наука и транспорт*. 2016. Вып. 2 (33). С. 126–129.
4. Горелик А. В., Тарадин Н. А., Веселова А. С., Солдатов Д. В. Оценка качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики. *Автоматика на транспорте*. 2017. Т. 3, № 3. С. 319–334.
5. Киякина Т. Е., Селиверов Д. И. Причины сбоев в работе автоматической локомотивной сигнализации, методы решения проблем. *II международная научная конференция «Технические науки в России и за рубежом»* (ноябрь 2012 г., Москва). Москва, 2012. С. 47–49.
6. Лукоянов С. В. Сбои кодов АЛСН на скоростном участке стало меньше. *Автоматика, связь, информатика*. 2011. № 9. С. 22–25.
7. Лукоянов С. В. Сбои кодов АЛСН на скоростном участке стало меньше. *Автоматика, связь, информатика*. 2011. № 11. С. 34–36.
8. Пультяков А. В., Скоробогатов М. Э. Системный анализ устойчивости работы систем автоматической локомотивной сигнализации. *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. 2018. № 1 (57). С. 79–89. DOI: [https://doi.org/10.26731/1813-9108.2018.1\(57\).79-89](https://doi.org/10.26731/1813-9108.2018.1(57).79-89)
9. Hololobova O. O., Havryliuk V. I. Application of Fourier transform and wavelet decomposition for decoding the continuous automatic locomotive signaling code. *Science and Transport Progress*. 2017. № 1 (67). P. 7–17. DOI: <https://doi.org/10.15802/stp2017/92771>

АВТОМАТИЗОВАНІ ТА ТЕЛЕМАТИЧНІ СИСТЕМИ НА ТРАНСПОРТІ

10. Hololobova O. O., Havryliuk V. I., Kovryhin M. O., Buriak S. Yu. Study of transmission lines effect on the system operation of continuous automatic cab signalling. *Science and Transport Progress*. 2014. № 5 (53). P. 17–28. DOI: <https://doi.org/10.15802/stp2014/30833>
11. Theeg G., Vlasenko S. *Railway Signalling and Interlocking*. International Compendium. Hamburg : Eurailpress, 2009. 448 p.

O. O. HOLOLOBOVA¹, S. Y. BURIyak^{2*}, V. I. HAVRYLIUK³, R. V. MARKUL⁴,
A. M. AFANASOV⁵, D. S. BILUKHIN⁶

¹Dep. «Automatics and Telecommunications», Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryana St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 04, e-mail gololobova_oksana@i.ua, ORCID 0000-0003-1857-8196

^{2*}Dep. «Automatics and Telecommunications», Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryana St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 04, e-mail ser.buryak@gmail.com, ORCID 0000-0002-8251-785X

³Dep. «Automatics and Telecommunications», Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryana St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 04, e-mail vl.gavrylyuk@gmail.com, ORCID 0000-0001-9954-4478

⁴Dep. «Transport Infrastructure», Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryana St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 53, e-mail guarangamr@gmail.com, ORCID 0000-0002-7630-8963

⁵Dep. «Electric Rolling Stock of Railways», Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryana St, 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +380 (056) 373 1531, e-mail afanasof@ukr.net, ORCID 0000-0003-4609-2361

⁶Dep. «Electric Rolling Stock of Railways», Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryana St, 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +380 (056) 373-15-31, e-mail comandor04@gmail.com, ORCID 0000-0002-2791-617X

Determination of the Origin of Failures in the Operation of the Automatic Locomotive Signaling

Purpose. The safety of the transportation process in railway transport and its continuous operation to a large extent depend on the reliability of the means of railway automation and communication. In this case, special role in ensuring the efficient and safe operation of railways belongs to the systems of interval control of the train movement, as well as automatic locomotive signaling in conjunction with the systems of monitoring the driver's vigilance and automatic train stop. Therefore, the main purpose of the article is a detailed analysis of the operation reliability of these systems, in order to be able to correct service techniques and improve operational work, based on the information received. **Methodology.** To prevent halting and failures in the operation of automatic locomotive signaling devices, it was analyzed the failure statistics of all devices of railway automatics, which can lead to disturbances in its work. It was identified the most responsible devices, whose control will greatly affect the system performance and increase the reliability of the work as a whole. **Findings.** Analysis of statistical data showed that the main causes of malfunctions in the automatic locomotive signaling system are the failure of the decoder, locomotive filter and amplifier, and the main reason for the malfunction is equipment wear. **Originality.** The results of the work aimed at increasing the efficiency and reliability of the operation of the railway equipment are continuously implemented in the operational work, automating a large number of technological processes and improving the failure rate performance. However, ignoring this, the analysis of the operation of devices on the railways for the period 2013–2017 showed that a significant part of the reasons for the deterioration of the reliability of all systems of railway automation and separately considered locomotive alarm system accrue to the human factor, embodied in violations of the technology of work and non-compliance with the requirements of technological maps and manuals, as well as poor repair and inspection of devices in repair and technological areas. **Practical value.** The analysis showed that the issue of improving both the systems themselves and the devices of railway automatics, as well as the methods of their inspection, operation and maintenance, will increase the level of safety and reliability of transportations.

Keywords: automatic locomotive signaling; failure statistics; failure cause analysis; work interference; receiving and transmitting equipment; quantitative and qualitative failure rates

REFERENCES

1. *Analiz stanu bezpeky rukhu poizdiv na zaliznytsiakh Ukrainy za 12 misiatsiv 2013–2021 roku.* (2014–2022). Ministerstvo transportu Ukrainy. Derzhavna administratsiia zaliznychnoho transportu. (in Ukrainian)
2. Antonenko, V. S., Kravtsov, Yu. A., Safro, V. M., & Chegurov, A. B. (2011). Analiz rabotosposobnosti avtomaticheskoy lokomotivnoy signalizatsii chislovogo koda. *Proceedings of Petersburg Transport University, 1*, 101-112. (in Russian)
3. Gololobova, O. A. (2016). Research the operation of the automatic locomotive signaling system continuous under noisy conditions. *Bulletin of BSUT: science and transport, 2*(33), 126-129. (in Russian)
4. Gorelyk, A. V., Taradin, N. A., Veselova, A. S., & Soldatov, D. V. (2017). Quality assessment of railway automatics and telemechanics maintenance systems. *Automation on Transport, 3*(3), 319-334. (in Russian)
5. Kiiakina, T. E., & Seliverov, D. I. (2012). Prichiny sboev v rabote avtomaticheskoy lokomotivnoy signalizatsii, metody resheniya problem. In *II mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya «Tekhnicheskie nauki v Rossii i za rubezhom»* (pp. 47-49). Moscow, Russia. (in Russian)
6. Lukoianov, S. V. (2011). Sboev kodov ALSN na skorostnom uchastke stalo menshe. *Automation, communication, informatics, 9*, 22-25. (in Russian)
7. Lukoianov, S. V. (2011). Sboev kodov ALSN na skorostnom uchastke stalo. *Automation, communication, informatics, 9*, 34-36. (in Russian)
8. Pultiakov, A. V., & Scorobogatov, M. E. (2018). System analysis of the stability of the automatic locomotive signaling systems. *Modern technologies. System analysis. Modeling, 1*(57), 79-89. DOI: [https://doi.org/10.26731/1813-9108.2018.1\(57\).79-89](https://doi.org/10.26731/1813-9108.2018.1(57).79-89) (in Russian)
9. Hololobova, O. O., & Havryliuk, V. I. (2017). Application of Fourier transform and wavelet decomposition for decoding the continuous automatic locomotive signaling code. *Science and Transport Progress, 1*(67), 7-17. DOI: <https://doi.org/10.15802/stp2017/92771> (in English)
10. Hololobova, O. O., Havryliuk, V. I., Kovryhin, M. O., & Buriak, S. Yu. Study of transmission lines effect on the system operation of continuous automatic cab signaling. *Science and Transport Progress, 5*(53), 17-28. DOI: <https://doi.org/10.15802/stp2014/30833> (in English)
11. Theeg, G., & Vlasenko, S. (2009). *Railway Signalling and Interlocking. International Compendium.* Hamburg: Eurailpress. (in English)

Надійшла до редколегії: 09.08.2021

Прийнята до друку: 09.12.2021