

АНАЛИЗ НА ОТКАЗИТЕ НА СИСТЕМИТЕ ЗА ОСИГУРИТЕЛНА ТЕХНИКА В ДП „НКЖИ“

Марина Евтимова, Маргарита Георгиева, Нели Стойчева
mgeorgieva@vtu.bg, nstoytcheva@yahoo.com

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”
ул. „Гео Милев” № 158, гр. София 1574
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: *Осигурителна техника, RAMS, Откази, Безопасност*

Резюме: *Осигуряването на управлението, контрола и безопасността на влаковото движение се извършва чрез системите и устройствата на осигурителната техника (ОТ), телекомуникациите (ТК) и нетяговото електроснабдяване (ЕС) в ДП НКЖИ - елементи от железопътната инфраструктура.*

В действащата структура на ДП НКЖИ управлението, контрола и безопасността на движение на влаковете технически се обезпечават от подделение „Сигнализация и телекомуникации”. Поделието е отговорно за организирането и контрола на дейностите по техническо поддържане, ремонт и строителство на осигурителната техника, телекомуникациите и системите за нетягово електрохранване.

В статията е направен количествен анализ на отказите на системите за ОТ в ДП „НКЖИ“ на база на статистически данни.

Анализът е структуриран по вид на отказите и по тип на съоръженията на ОТ.

1. ВЪВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМА

Системите и устройствата на осигурителната техника са елементи на железопътната инфраструктура, които осигуряват управлението, контрола и безопасността на влаковото движение.

Основните функции на осигурителната техника са:

- контрол и управление на елементите от железопътната инфраструктура (светофори, стрелки и прелези) чрез гаровите централизации (МРЦ, ЕЦ-М, ЕМЦ и други) и междугаровите системи (автоблокировка, полуавтоматична блокировка);
- обективен контрол на местоположението на подвижния жп състав върху железния път чрез релсови вериги или броячи на оси;
- контрол и управление на скоростта на движение на влаковете чрез системата АЛС (ETCS);
- централизирано диспечерско управление на движението на влаковете (ДЦ).

В жп мрежата на ДП НКЖИ управлението, контрола и безопасността на влаковото движение се извършва от гарови осигурителни системи, междугарови осигурителни системи, системи за сигнализация, средства за контрол наличието на

подвижен състав, прелезни устройства, системи за контрол и управление на скоростта на движение на влаковете, системи за централизирано диспечерско управление на движението на влаковете, системи за откриване на загрети повърхности и др.

Основната част на гаровите осигурителни системи са гаровите централизации. Към настоящия момент в жп мрежата на ДП НКЖИ се експлоатират различни технологии и поколения гарови централизации.

Съоръжеността на действащи в момента гари и разделни постове с гарови осигурителни системи(ГОС) съгласно Референтен документ 2013 г. е следната:

- Маршрутно - компютърни централизации (МКЦ)– 6 бр.;
- Релейни централизации с компютърна визуализация ЕЦ–М - МКВ – 4 бр.;
- Релейни централизации тип МРЦ, ЕЦ–190 бр.(в т.ч. Н-68, МН70, WSSB, руски блочни и за малки гари и др.);
- Електромеханични централизации (ЕМС)–39бр.(система от 40-те години на 20 век);
- Релейни уредби за ключови зависимости (РУКЗ) – 82 бр. (система от 60-те години на 20 век);
- Без осигурителна инсталация (пултове за временно управление) - 19 бр.
- Гърбични автоматични централизации – 3 бр.

За осигуряване безопасността на движението на влаковете в междугарията съгласно Референтен документ 2013 г.се използват следните системи

- Релейна полуавтоматична блокировка (РПАБ) (руска система с релета НМШ), с която са съоръжени около 2270 км от железопътната мрежа;
- Автоблокировка с проходни сигнали (руска система) - 452 км (разгъната дължина) от железопътната мрежа;
- Автоблокировка без проходни сигнали с броячи на оси (фирми „Alcatel” и “Siemens”) - 1284 км (разгъната дължина) от железопътната мрежа;
- Междугарова автоблоки- ровка (МАБ) – 31 км;
- Директна обвързка– 14 км

В жп мрежата на ДП НКЖИ заетостта на железния път от подвижен състав се контролира от релсови вериги или броячи на оси („Alcatel” и “Siemens”). Постепенно релсовите вериги, които са с трудна експлоатационна поддръжка, се заменят с броячи на оси при ново строителство или модернизация на железопътните участъци.

Участъците жп възел Пловдив и Стара Загора – Бургас са оборудвани със системата ETCS Ниво 1 (SRS ver. 1.2.0/1998) – линейна дължина 233 км. Инсталирана е система за автоматична локомотивна сигнализация ETCS-L1 Altracs, която не допуска надвишаването на максималната разрешена скорост за движение на влака и не позволява подминаването на червен сигнал. Системата е от началните версии и подлежи на обновяване, за да отговори на изискванията на директивите на ЕС.

Изгражда се ETCS Ниво 1 (SRS ver. 2.3.0d) и GSM-R за гласова комуникация в участъка Пловдив – Свиленград с дължина 143 км.

Участъците София – Пловдив и Пловдив – Стара Загора са оборудвани с АЛС от системата JZG 707 (TSI CCS Annex B) – линейна дължина 237 км., която подлежи на подмяна, за да отговори на изискванията на директивите на ЕС за ERTMS.

Устройствата и системите на осигурителната техника са от различни поколения и възраст. Много от съоръженията на ОТ, електрозахранване и телекомуникации на националната железопътна система обаче са в експлоатация от периода 1960 - 1985 г. Преобладаваща част от ОС, освен дългия им експлоатационен живот, са в недобро състояние поради редица фактори, свързани с липсата на средства. Относително нови са системите ETCS и автоблокировката без проходни сигнали с броячи на оси.

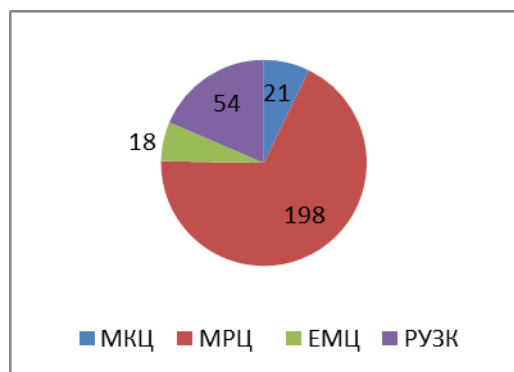
С цел повишаване на надежността и безопасността на устройствата и системите в поделение „Сигнализация и телекомуникация” към ДП НКЖИ се води статистика за появилите се откази.

Таблица 1 Откази в системите за СиТ в ССТ - Пловдив за последните 5 години

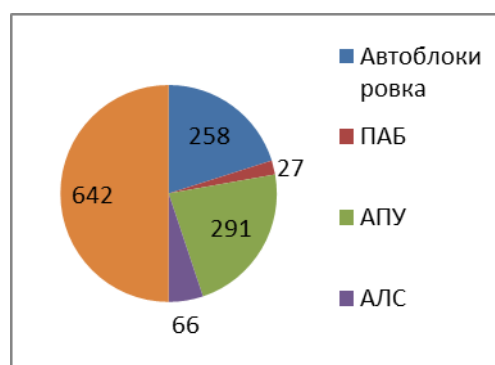
Откази на системите за СиТ	По технически причини бр.	Продължителност (часове)	Кражби или щети от чужда намеса(бр)	Продължителност (часове)	Общо откази	Обща продължителност (часове)
Външни съоръжения ОТ						
СОА	135	363	27	96	162	459
Светофори	171	297	9	42	180	339
РТВ /Релсово токови вериги/	372	918	291	1003,5	663	1921,5
Вътрешни съоръжения ОТ						
МКЦ	21	31,5	0	0	21	31,5
МРЦ	198	450	69	312	267	762
ЕМЦ	18	54	0	0	18	54
РУЗК	54	156	9	60	63	216
Междугарови съоръжения ОТ						
Автоблокировка	258	660	12	21	270	681
ПАБ	27	93	3	18	30	111
АПУ	291	867	111	367,5	402	1234,5
АЛС	66	178,5	3	15	69	193,5
Телекомуникации						
АТЦ	18	39	3	24	21	63
Външни съобщителни линии	150	619,5	906	4716	1056	5335,5
ОБЩО:	1779	4726,5	1443	6675	3222	11401,5

За нуждите на изследването са събрани данни от секция София, секция Пловдив и секция Горна Оряховица за отказите на системите за СиТ, техният брой по технически причини (фиг.3), по други причини (фиг.4) и продължителност на настъпилите откази по – часове за последните пет години от 2008г. до 2012 г.

В статията е обобщена и анализирана информацията от секция Пловдив, табл.1.



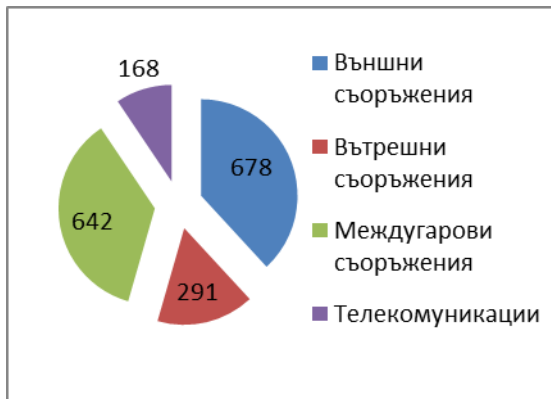
Фиг.1 Общ брой откази по-технически причини технически на вътрешни съоръжения



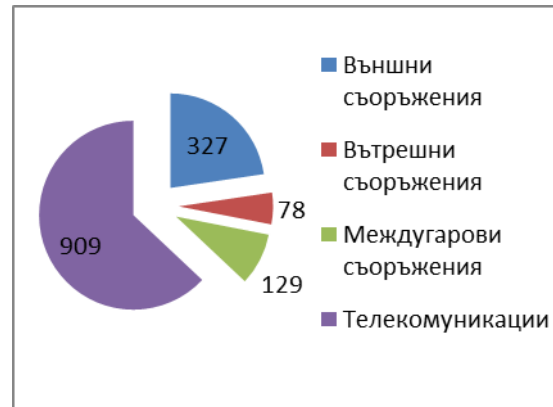
Фиг.2 Общ брой откази по – причини в междугаровите съоръжения

Общият брой откази по технически причини на вътрешни съоръжения и в междугаровите съоръжения в секция Пловдив за последните 5 години са показани на фиг.1 и фиг.2.

Общият брой откази по технически причини и от кражби и други чужди дейности в секция Пловдив за последните 5 години са показани на фиг.3 и фиг.4.



Фиг. 3 Общ брой откази по технически причини за последните 5 години



Фиг. 4 Общ брой откази от кражби и други чужди дейности

2. АНАЛИЗ НА ОТКАЗИТЕ НА УСТРОЙСТВА И СИСТЕМИ ЗА ОТ

Направен е анализ на отказите за различните съоръжения, според видовете откази, както и общо.

Анализът на отказите е свързан с две цели:

От една страна да се идентифицират всички опасности, присъщи на системата или свързани с нея и от друга страна да се докаже, че вероятността за опасно събитие, достигната от системата е по – малка от установения праг.

Изборът на подходящ метод или комбинация от методи за решаване на проблема, зависи от изискванията на RAMS и от специфичните аспекти на разглежданата система.

Задачата за определяне на надеждността на системата се свежда до намиране на показателите на надеждност при известни показатели на надеждността на елементите, които я изграждат.

Елементите, от които се изгражда системата, могат да са свързани по различен начин: серийно, паралелно (в частност мажоритарно) или мостово. Така се получават и съответните типове структури. Системните структури в аспекта на надеждността обаче не са еквивалентни на тези в техническите структури. Понякога типът съвпада, а в други случаи е различен.

Съвременните съобщителни и осигурителни системи и мрежи съдържат стотици елементи, свързани помежду си със сложни взаимовръзки и взаимодействия. В структурно отношение те се отличават често от последователните и паралелните съединения. Тези системи са известни като структурно-сложни.

Една от перспективните насоки за изследване на тяхната надеждност е свързана с т.н. логико-вероятностни методи (ЛВМ). Чрез ЛВМ могат да се намерят показателите за надеждност и на прости системи от последователни и паралелни съединения.

Математическата същност на методите се състои в използване на булевите функции (БФ) за аналитичен запис на условията за работоспособност на системата при зададени логически променливи на повредите и преход към вероятностни функции (ВФ) по строго съблюдавани правила на логико-вероятностно съответствие.

На база на предоставените статистически данни са получени интензивностите на отказите λ на елементите и на системата, както и средното време до отказ **MTTF** (Mean Time to Failure) на елементите и на системата.

- ✓ СОА (Стрелкови обръщателен апарат) – 135 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на СОА е: $\lambda_1 = 3,1 \times 10^{-3}$ [1/h],
средното време до отказ на СОА е: $MTTF = 322,6$ [h].
- ✓ Светофори – 171 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на светофора е: $\lambda_2 = 3,9 \times 10^{-3}$ [1/h],
средното време до отказ на светофора е: $MTTF = 256,4$ [h].
- ✓ РТВ (Релсова токова верига) – 372 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на РТВ е: $\lambda_3 = 8,5 \times 10^{-3}$ [1/h],
средното време до отказ на РТВ е: $MTTF = 117,6$ [h].
- ✓ МКЦ (Микрокомпютърна централизация) – 21 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на МКЦ е: $\lambda_4 = 4,7 \times 10^{-4}$ [1/h],
средното време до отказ на МКЦ е: $MTTF = 2127,6$ [h].
- ✓ МРЦ (Маршрутно-релейна централизация) – 198 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на МРЦ е: $\lambda_5 = 4,5 \times 10^{-3}$ [1/h],
средното време до отказ на МРЦ е: $MTTF = 22,22$ [h].
- ✓ ЕМЦ (Електромеханична централизация) – 18 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на ЕМЦ е: $\lambda_6 = 4,1 \times 10^{-4}$ [1/h],
средното време до отказ на ЕМЦ е: $MTTF = 2439$ [h].
- ✓ РУКЗ (Релейна уредба за ключови зависимости) – 54 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на РУКЗ е: $\lambda_7 = 1,2 \times 10^{-3}$ [1/h],
средното време до отказ на РУКЗ е: $MTTF = 833,3$ [h].
- ✓ Автоблокировка /АБ / – 258 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на АБ е: $\lambda_8 = 5,9 \times 10^{-3}$ [1/h],
съответно средното време до отказ на Автоблокировка е: $MTTF = 169,4$ [h].
- ✓ ПАБ (Полуавтоматична блокировка) – 27 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на ПАБ е: $\lambda_9 = 6,2 \times 10^{-4}$ [1/h],
средното време до отказ на ПАБ е: $MTTF = 1613$ [h].
- ✓ АПУ (Автоматично прелезно устройство) – 291 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на АПУ е: $\lambda_{10} = 6,6 \times 10^{-3}$ [1/h],
средното време до отказ на АПУ е: $MTTF = 151,5$ [h].
- ✓ АЛС (Автоматична локомотивна сигнализация) – 291 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на АЛС е: $\lambda_{11} = 1,5 \times 10^{-3}$ [1/h],
съответно средното време до отказ на АЛС е: $MTTF = 666,6$ [h].
- ✓ АТЦ (Автоматична телефонна централа) – 18 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на АТЦ е: $\lambda_{12} = 4,1 \times 10^{-4}$ [1/h],
средното време до отказ на АТЦ е: $MTTF = 2439$ [h].
- ✓ Външни съобщителни линии (ВСЛ) – 150 пъти отказали за 5 години.
Интензивността на отказите на ВСЛ е: $\lambda_{13} = 3,4 \times 10^{-3}$ [1/h],
средното време до отказ на ВСЛ е: $MTTF = 294,1$ [h].

Общ анализ

Средната продължителност на отказите на системите за телекомуникации и сигнализация в секция Пловдив е:

- отказ по технически причини - 2,65 часа
- отказ поради кражби и щети от чужда дейност - 4,62 часа

45% от всички откази са предизвикани вследствие на кражби, щети от чужди дейности и стихийни бедствия.

Съгласно метода ЛВМ интензивността на отказите на системите за телекомуникации и сигнализация за секция Пловдив е:

$$\lambda_{\text{system}} = 44,2 \times 10^{-3} \text{ [1/h]},$$

и средното време до отказ на системите за СиТ за секция Пловдив е :

$$\text{MTTF}_{\text{system}} = 22,62 \text{ [h]}.$$

Анализът показва, че надеждността като цяло на съоръженията на телекомуникациите и сигнализацията в секция Пловдив е ниска и е необходима подмяна на много от съоръженията с висока отговорност за безопасността. Особено тревожен е фактът, че 45% от всички откази са предизвикани вследствие на кражби, щети от чужди дейности и стихийни бедствия.

Като се има предвид, че оборудването в останалите секции е сходно, даже в известен смисъл с по-дълъг експлоатационен живот получените резултати биха могли да се отнесат към осигурителните системи в ДП НКЖИ като цяло.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията са събрани и систематизирани данни за съоръжения на телекомуникациите и сигнализацията в железопътната мрежа на България. Разгледани са основни методи за анализ на надеждността на технически системи.

На база на предоставените данни за откази на ДП НКЖИ в секция Пловдив е направен обстоен анализ на отказите на съоръженията на телекомуникациите и сигнализацията и са получени надеждностните параметри на съоръженията и на системата като цяло.

ЛИТЕРАТУРА

[1]CENELEC, EN 50126: Railway applications – The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS); EN50126 “Приложения в жп транспорта–определяне и демонстриране на надеждност, готовност, ремонтно-пригодност, безопасност (RAMS)”

[2] M. Meyer zu Hörste: Methodische Analyse und generische Modellierung von Eisenbahnleit-und-sicherungssysteme.Dissertation, TU Braunschweig, 2003.

[3] J. Drewes, R. Slovak, L. Tordai, E. Schnieder: FORMS/FORMAT 2007 – Proceedings of Formal Methods for Automation and Safety in Railway and Automotive Systems (G. Tarnai and E. Schnieder Eds.), Braunschweig, 2007, pp 355-360

[4] Нормативни актове в железопътния транспорт – част 1 и 2. МТ-ИА „ЖА”.

ANALYSIS OF FAILURES OF SAFETY EQUIPMENT IN NRIC

Marina Evgenieva, Margarita Georgieva, Nelly Stoytcheva
mgeorgieva@vtu.bg, nstoytcheva@yahoo.com

Todor Kableshkov University of Transport
158 Geo Milev Str., Sofia 1574
BULGARIA

Key words: *Safety equipment, RAMS, Faults, Safety*

Abstract: *Providing management, control and safety of train movement is performed by systems and devices of safety equipment, telecommunications and non-traction power supply in National Railway Infrastructure Company (NRIC) - elements of railway infrastructure.*

In the current structure of NRIC management, control and safety of movement of trains is ensured by the technical unit "Signalling and Telecommunications". The division is responsible for organizing and supervising the activities of maintenance, repair and construction of safety equipment, telecommunications systems and non-traction power supply.

In the paper a quantitative analysis is made of failures of systems of Safety Equipment from NRIC based on statistics.

The analysis is structured in the type of failures and type of facilities of Safety Equipment.