

УДК 656.25

С.О. Ключев

(доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Сєверодонецьк)

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ І ТЕЛЕМЕХАНІКИ

У статті розглядається підвищення функціональної безпеки систем автоматики, телемеханіки і зв'язку як центральної проблеми забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті. Вирішення цієї проблеми ґрунтується на комплексній реалізації науково-технічного, організаційно-експлуатаційного, ергономічного та економічного аспектів. Аналізом вітчизняного та зарубіжного досвіду в галузі створення СЗАТ показано основні тенденції розвитку систем забезпечення безпеки руху. Наукова новизна полягає в розробці основних положень концепції і принципів побудови багаторівневої системи управління і забезпечення безпеки руху поїздів.

Ключові слова: *функціональна безпека, безпека руху, реле, надійність, системи залізничної автоматики і телемеханіки.*

Вступ та постановка проблеми. Технічні засоби і системи залізничної автоматики і телемеханіки (СЗАТ) безпосередньо забезпечують безпеку руху поїздів. Вони вирішують дві основні задачі: управління рухом поїздів на станціях і перегонах, забезпечення безпеки поїзних і маневрових пересувань. Відмови в цих системах створюють передумови появи небезпечних ситуацій, що ведуть до аварій і катастроф.

Теоретичні та практичні проблеми виключення небезпечних відмов при створенні і експлуатації різних СЗАТ можна розбити на чотири групи:

- визначення критеріїв і нормованих значень показників безпеки;
- вибір способу забезпечення безпеки і розробка методів синтезу безпечних систем автоматики;
- визначення надійних характеристик систем управління з точки зору безпеки;
- використання прогресивних методів технічного обслуговування СЗАТ, що попереджають виникнення аварійних ситуацій.

Динаміка вдосконалення конкретних рішень в кожній з груп запропонованої класифікації, безпосередньо визначається історичним ходом розвитку СЗАТ. Етапи розвитку СЗАТ пов'язані зі зміною їх елементної бази.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість залізничних станцій України обладнані пристроями електричної централізації, побудовані на базі

© Ключев С.О., 2018

спеціальних електромагнітних реле. Релейна централізація включає в себе: апарат керування; релейну апаратуру; включені в централізацію виконавчі пристрої електричної централізації; джерела живлення; кабельні мережі.

Однак потреби у підвищенні ефективності керування об'єктами на залізничних станціях, автоматизація виробничих процесів на залізничному транспорті, більш ефективне використання грошових коштів при побудові та експлуатації систем електричної централізації завжди були актуальними питаннями. Тому загальний розвиток нових інформаційних технологій та обчислювальної техніки не може не впливати і на тенденції розвитку систем залізничної автоматики. Набуває темпу впровадження системи електричної централізації нового покоління на базі мікропроцесорної техніки, яка здатна значно розширити функціональні можливості систем керування поїзною та маневровою роботою на станціях із забезпеченням заданого рівня функціональної безпеки.

Мета статті – розробка основних положень концепції і принципів побудови багаторівневої системи управління і забезпечення безпеки руху поїздів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Можна виділити такі етапи: I (1870-1930 рр.) – механічні системи; II (1930-1960 рр.) – релейні системи; III (1960-1980 рр.) – напівпровідникові системи; IV (з 1980 р) – мікроелектронні, мікропроцесорні та комп'ютерні системи.

В основному мікроелектронна, мікропроцесорна і комп'ютерна техніка визначає на найближче майбутнє розвиток засобів автоматики і телемеханіки, що і відбувається з початку 80-х років. Розроблено і розробляються нові системи мікропроцесорної та комп'ютерної централізації стрілок і сигналів, багатозначної автоматичної локомотивної сигналізації, мікропроцесорних та комп'ютерних диспетчерських централізацій і ін. Принциповою відмінністю даного етапу розвитку СЗАТ є те, що в нових системах широко використовуються програмні способи реалізації алгоритмів керування і контролю. Все це безпосередньо впливає на рішення найважливішої проблеми – забезпечення необхідної надійності і безпеки цих систем, тобто виключення впливу відмов в них на безпеку руху поїздів [1, 2].

Нова елементна база володіла більш широкими функціональними можливостями і кращими надійнісними характеристиками. Так, безпека релейних систем виявилася вищою безпеки механічних систем, оскільки механічні пристрої не могли забезпечити необхідні функціональні залежності і швидкодії в умовах зростання швидкостей і інтенсивності руху поїздів. З цих же причин і безпека мікроелектронних і комп'ютерних систем буде вищою безпеки релейних систем.

У релейних системах потрібно використання спеціальних методів побудови логічних схем, де безпека ґрунтується на фундаментальних властивостях реле I класу надійності – відпуск якоря під дією сили тяжіння і виключення зварювання фронтного контакту.

В електронних системах автоматики необхідний рівень безпеки досягався за рахунок виконання їх на елементах з несиметричною характеристикою відмов, які не потребують спеціальних заходів захисту від небезпечних відмов – на електронних аналогах реле I класу надійності. З урахуванням властивостей цих елементів були розроблені методи синтезу СЗАТ, що забезпечують безпеку руху поїздів [3, 4].

У зв'язку із застосуванням мікропроцесорної і комп'ютерної техніки на IV етапі розвитку СЗАТ коло проблем теорії побудови безпечних систем істотно розширилось.

Перед розробником нової сучасної СЗАТ постають дві основні задачі. Перша (завдання синтезу) полягає у виборі методу побудови конкретної безпечної системи, який залежить від вимог до цієї системи і від властивостей елементної бази. Другим завданням (завданням аналізу) є визначення рівня безпеки, досягнутого при розробці, і кількісна оцінка цього рівня. Останнє завдання є новим при створенні СЗАТ (воно не ставилася для релейних систем) і пов'язане з сучасними вимогами по сертифікації апаратури.

Весь процес створення СЗАТ визначено комплексом заходів, що встановлюються концепцією безпеки. Під концепцією безпеки розуміють сукупність положень, відповідно до яких здійснюється побудова безпечної системи і встановлюються критерії небезпечних відмов. Для реалізації концепцій безпеки використовуються три стратегії: безвідмовність (reliability), відмовостійкість (fault-tolerance) і безпечна поведінка при відмовах (fail-safe). Перші дві стратегії мають на увазі, що система, яка правильно виконує свій алгоритм функціонування, безпечна. Ці стратегії використовуються в різних галузях техніки, тобто не є специфічними [5]. У залізничній автоматизації вони дозволяють зменшити ймовірність небезпечного впливу системи на об'єкт управління.

Третя стратегія використовується спеціально для побудови безпечних систем і полягає в перекладі системи в необоротне захисний стан при появі відмови. Зворотний перехід в працездатний стан виключається (малоймовірний) і виробляється штучним шляхом (зазвичай за участю людини).

Питання підвищення безпеки руху, що розглядаються в рамках організаційно-експлуатаційного аспекту, вирішуються комплексно і зводяться до:

- розробки та уточнення галузевих стандартів, інструкцій і вимог з безпеки руху поїздів;
- координації робіт з безпеки СЗАТ на всіх етапах проектування, виготовлення, випробувань і експлуатації СЗАТ;
- вироблення організаційних заходів, рекомендацій і проектно-технологічних рішень щодо забезпечення безпеки СЗАТ в конкретних проектах;
- контролю виконання заходів і рекомендацій, а також відповідності характеристик проекту вимогам безпеки;
- оперативного забезпечення безпеки СЗАТ в процесі експлуатації залізничного транспорту;
- узагальнення досвіду і організації конференцій, семінарів та нарад з безпеки руху поїздів.

Практична реалізація перерахованих складних питань стосується в даний час різних служб господарств галузі, науково-дослідних організацій, вищих навчальних закладів залізничного транспорту.

Основними вимогами до галузевої системи стандартів є отримання нормативного базису і критеріїв сертифікації апаратури СЗАТ. Стандарти повинні забезпечити ефективність організаційних, конструкторських, технологічних і експлуатаційних заходів, спрямованих на досягнення оптимального рівня безпеки

СЗАТ, а також об'єктивність і порівнянність результатів контролю і випробувань на безпеку.

Одним з найважливіших аспектів безпеки СЗАТ є ергономічний аспект. Він зачіпає коло питань, пов'язаних з розробкою:

- методології розподілу функцій між оперативним персоналом, що здійснює технологічну та технічну експлуатацію СЗАТ (при цьому під технологічною експлуатацією розуміють організацію і управління технологічним процесом перевезень, під технічною експлуатацією – організацію і управління експлуатацією технічних засобів стиснення);

- методології оптимального узгодження характеристик людини і техніки.

Економічні аспекти враховують взаємозв'язок безпеки СЗАТ, витрат на їх впровадження та підтримання в експлуатації, в зв'язку з тим, що будь-які спроби підвищення безпеки і зниження ступеня ризику СЗАТ вимагають додаткових матеріальних витрат і зусиль фахівців різного профілю. Доведення ступеня ризику технічних систем до нуля з економічних міркувань практично не реалізовується [6].

Тому між ступенем ризику (рівнем безпеки) і економічними витратами повинен існувати компроміс, тобто має проводитися техніко-економічне обґрунтування проектів СЗАТ.

- в удосконаленні систем залізничної автоматики переважає комплексний підхід, при якому, як правило, досягається кілька значних цілей і вдосконалюється більшість підсистем управління рухом поїздів;

- автоматизовані системи, що вже діють на транспорті, об'єднуються в єдині інтегровані автоматизовані комплекси, вирішальне широке коло завдань від оперативного управління до довгострокового планування процесу перевезень;

- збір і обробка отриманої інформації здійснюється автоматично. Істотно зростає обмін інформацією між різними підсистемами управління рухом поїздів;

- для створення систем залізничної автоматики використовують новітні досягнення науки, техніки і технології (штучні супутники Землі (ШСЗ), волоконно-оптичні лінії зв'язку (ВОЛЗ), радары, інфрачервоні випромінювачі і лазери, надвисокочастотні (НВЧ) радіозв'язок, мікропроцесори та мікро-ЕОМ і т.п.) [7];

- частка підлогового обладнання (світлофори, релейні шафи) істотно зменшується або підлогове обладнання не використовується на перегонах зовсім [8];

- обсяг одноразово переданої інформації між локомотивом і центром управління становить від декількох десятків до декількох тисяч біт, а швидкість їх передачі від одиниць кілогерц до сотень кілогерц;

- управління локомотивом використовується, як правило, за допомогою безпечної бортової мікро-ЕОМ, яка дозволяє вирішувати завдання управління спільно з стаціонарною ЕОМ без підлогових пристроїв;

- на малодіяльних ділянках, як правило, використовуються системи управління, що характеризуються: прямим диспетчерським управлінням всіма поїздами; відсутністю оперативного персоналу на малих станціях і роз'їздах;

- управлінням стрілками з кабіни локомотива (радіоуправління або використання інфрачервоних променів);

- для побудови нових систем електричної централізації малих і великих станцій застосовуються мікропроцесори (МП) і ЕОМ.

Безпека функціонування мікропроцесорної централізації (МПЦ) забезпечується багатоканальною обробкою даних з подальшим порівнянням результатів апаратними або програмними засобами.

Аналіз розвитку локомотивних технічних засобів забезпечення безпеки руху поїздів, дозволяє виділити у них такі основні функції:

- забезпечення машиніста локомотива (індикація і сигналізація) необхідною інформацією про поїзну обстановку (координаті поїзда, що йде попереду, стан стрілок і сигналів), параметри руху (координата і швидкість) даного поїзда, а також забезпечення інформацією про місця обмеження швидкості, характеристики ділянки шляху, місця проведення ремонтних робіт і стан переїздів;

- вимірювання параметрів руху поїзда (швидкість і координата шляху);

- контроль допустимої швидкості руху поїзда шляхом автоматичного гальмування при перевищенні встановлених значень, в тому числі перед світлофором із заборонним сигналом або зайнятим ділянкою шляху;

- виключення несанкціонованого руху (зрушення) локомотива;

- контроль цілісності поїзда;

- контроль ефективності гальмових засобів і зменшення допустимої швидкості при зниженні їх ефективності;

- контроль рівня неспанья і пильності машиніста;

- реєстрація параметрів руху поїзда, які вказують машиністу сигналів, стану технічних засобів і рівня неспанья машиніста в бортовий пристрій реєстрації.

У даний час найбільш обґрунтованим є створення автоматизованих систем управління поїздом, які не виключають людини з контура регулювання швидкості [9].

Порівняння вітчизняних і зарубіжних технічних засобів забезпечення безпеки руху поїздів, які використовуються в даний час, показує, що за реалізованими функціями їх рівень приблизно однаковий, проте за кордоном більш широко використовується реєстрація інформації в електронну пам'ять, альтернативні рейкові ланцюги каналів передачі інформації і набагато менше опрацьовані питання контролю рівня неспанья і пильності машиніста [10].

Визначилися такі тенденції розвитку систем забезпечення безпеки руху:

- багаторівневість структури системи забезпечення безпеки залежно від обладнання ділянок колійними пристроями;

- перенесення виконання функцій управління і забезпечення безпеки на борт локомотива;

- використання високошвидкісних каналів зв'язку (точковий канал зв'язку і радіоканал);

- розвиток об'єктивних методів контролю неспанья машиніста по оцінці його фізіологічних параметрів;

- використання супутникових навігаційних систем для обчислення координат і швидкості руху локомотива.

Найбільш повне втілення зазначені тенденції знайшли при створенні перспективної системи ETCS [19], що розробляється для всіх країн Європи, в якій можна виділити три функціональних рівня:

рівень 1 – автоматичне забезпечення безпеки руху поїзда з контролем гальмівного шляху;

рівень 2 – автоматичне керування рухом на лініях з традиційним контролем вільності колії в межах стаціонарних блок-ділянок;

рівень 3 – автоматичне керування рухом поїзда на лініях з контролем вільності колії поїзними засобами (координатне інтервальне регулювання руху поїздів з «рухомим блок-ділянкою»).

Однак копіювання цієї системи для Українських залізниць неможливе через додаткові вимоги в частині посилення умов експлуатації, низьку кваліфікацію обслуговуючого персоналу, обмеженості фінансових ресурсів [9].

Принципи розробленої концепції побудови багаторівневого забезпечення безпеки руху поїздів:

- застосування декількох незалежних каналів обробки інформації;
- наявність безпечної апаратної або програмної схеми порівняння результатів обробки інформації в різних каналах;
- динамічний режим роботи елементів схеми з самоконтролем;
- застосування конструктивного або схематичного захисту від взаємного впливу елементів різних каналів обробки інформації для виключення виникнення в них еквівалентних відмов.

Складність застосування пристроїв СЗАТ при побудові функцій управління і забезпечення безпеки руху вимагає розробки конкретних способів технічної реалізації функціонально безпечних пристроїв, які враховують особливості їх експлуатації. До основних з них належать:

- необхідність ув'язування нових електронних і експлуатованих релейних систем;
- наявність відхилень від нормативних режимів роботи пристроїв за умовами електроживлення і впливу зовнішнього середовища;
- необхідність врахування при визначенні інтенсивності відмов пристроїв розширеного списку дефектів за рахунок прихованого виробничого браку і відсутності необхідної повноти сервісного обслуговування.

Одним з головних напрямків забезпечення функціональної безпеки технічних пристроїв різного призначення і, звичайно СЗАТ, є їх багатоканальна архітектура, що в обов'язковому порядку передбачає застосування схем порівняння (компараторів) вихідних результатів каналів. Недостатня безпека схеми порівняння може призвести при справних каналах до небезпечної відмови СЗАТ. Такий же небезпечний результат порівняння може статися при несправності в одному з каналів за рахунок недостатньої достовірності та / або безпеки схеми порівняння.

Створювана безпечна обчислювальна система (БОС) повинна являти собою відмовостійке обчислювальне середовище з об'єднаною загальною шиною обчислювальних модулів, кожен з яких складається з двох незалежних каналів, об'єднаних безпечним компаратором з двухверсійним програмним засобом і гальванічною розв'язкою з високовольтним виконавчим пристроєм. Відмовостійкість обчислювального середовища реалізується на принципах активного захисту від відмов і збоїв, які передбачають взаємний контроль основних і додаткових обчислювальних модулів, динамічну реконфігурацію в тактах активного захисту, віртуальне резервування модулів, формування та підтримку механізмів контрольних точок і перезапусків, тестування на реальних задачах.

Пропонована архітектура безпечної обчислювальної системи будується на основі тривірневої системи забезпечення безпеки:

- рівень 1: двоканальний ВМ з безпечним компаратором;
- рівень 2: двоверсійне програмування, тестування, міжканальний обмін;
- рівень 3: активний захист від відмов і збоїв ВМ.

Висновки. Аналізом вітчизняного та зарубіжного досвіду в галузі створення СЗАТ встановлено, що основними тенденціями розвитку систем забезпечення безпеки руху є:

- багаторівневність структури системи забезпечення безпеки залежно від інтенсивності руху поїздів та обладнання ділянок підлоговими пристроями;
- перенесення виконання функцій управління і забезпечення безпеки на борт локомотива;
- використання високошвидкісних каналів зв'язку (точковий канал зв'язку і радіоканал);
- розвиток об'єктивних методів контролю неспання машиніста по оцінці його фізіологічних параметрів;
- використання супутникових навігаційних систем;
- створення єдиної мережі передачі інформації з додатковими вимогами щодо достовірності та часу передачі повідомлень, в тому числі і для радіоканалів.

Розроблено основні концептуальні положення і сформульовані принципи багаторівневого забезпечення безпеки руху поїздів: принцип багаторівневого забезпечення безпеки кожного автономного апаратно-програмного комплексу залізничної автоматики, телемеханіки та зв'язку.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Розенберг Е.Н., Шубинский И.Б.* Проблемы функциональной безопасности систем железнодорожной автоматики и телемеханики // Системы контроля и управления, их роль в обеспечении безопасности. Нормы, практика и тенденции развития: Вторая межотраслевая научно-техническая конференция Минатом России. – М., 2001. – С. 19 – 21.
2. *Клюев С.О.* Підвищення безпеки руху на залізниці / С.О. Клюев // Вісник СХУ ім. В.Даля. – Северодонецьк: СХУ ім. В.Даля. – 2016. – Вип. № 1 (225). – С. 104 – 107.
3. *Фомін, О.В.* Розробка методики впровадження різних профілів в якості складових елементів несучих систем вантажних вагонів [Текст] / О.В. Фомін // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків. – 26'2012. – С. 29 – 33.
4. *Фомін, О.В.* Варіаційне описання конструктивних виконань вантажних вагонів/ О.В. Фомін, А.В. Гостра // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології». – Київ: ДЕУТ, 2015. – Вип. 26-27. – С. 137 – 147.
5. *Braband J., Reder H.-J.* Sicherheitstechnische Vorgehensweise in der Eisenbahnsignaltechnik und Luftfahrt/ Signal + Draht. – 2003. – № 1 + 2.
6. *Александровская Л.Н., Афанасьев А.П., Лисов А.А.* Современные методы обеспечения безопасности сложных технических систем. – М.: Лотос, 2003.
7. *Клюев С.О.* Аналіз методів ідентифікації залізничного рухомого складу / С.О. Клюев // Вісник СХУ ім. В.Даля. – Северодонецьк: СХУ ім. В. Даля. – 2017. – Вип. № 3 (233). – С. 85 – 89.
8. *Спирягин В.И.* Выбор метода определения координат местонахождения локомотива при управляемом движении колесной пары в рельсовой колее / Спирягин В.И., Клюев С.А., Зубарь Е.В. // Вестник Восточноукр. ун-та. – Луганск: ВНУ им. В.Даля. – 2013. – Вип. №5 (194) Ч.2 – С. 144–146.
9. *Бестемьянов П.Ф.* Методы повышения безопасности микропроцессорных систем интервального регулирования // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. - М.: 2001.
10. *Теег Г.* Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира: Учеб. пособие для вузов [Текст] / под. ред. Г. Теега, С. Власенка. – М.: Ин-текст, 2010 г. – 488 с.

REFERENCES

1. Rozenberh E.N., Shubynskiy Y.B. (2001). Problemi funktsionalnoi bezopasnosti system zheleznodorozhnoi avtomatyky y telemekhaniky. Systemi kontroliya y upravleniya, ykh rol v obespecheny bezopasnosti. Normi, praktyka y tendentsyy rozvytyia: Vtoraia mezhotraslevaia nauchno-tekhnycheskaia konferentsyia Mynatom Rossyy, 19-21.
2. Kliuiev S.O. (2016). Pidvyshchennia bezpeky rukhu na zaliznytsi. Visnyk SNU im. V.Dalia, 1 (225), 104–107.
3. Fomin O.V. (2012). Rozrobka metodiki vprovadgennja riznih profiliv v jacosti skladovih elementiv nesuchih system vantagnih vagoniv [Development of a method for the introduction of various profiles as components of carrier systems of freight cars]. Visnik Nacionalnogo tehnicnogo universitetu «HPI», 26, 29-33.
4. Fomin O.V., Gostra A.V. (2015). Variacijne opisannja konstruktivnih vikonan' vantazhnih vagoniv [Variations describe the structural designs of freight cars]. Proceedings of the State Economic and Technological University of Transport, Ministry of Education and Science of Ukraine series «Transport systems and technologies», 26-27, 137-147.
5. Braband J., Reder H. (2003) Sicherheitstechnische Vorgehensweise in der Eisenbahnsignaltechnik und Luftfahrt, Signal + Draht, 1 + 2.
6. Aleksandrovskaia L.N., Afanasev A.P., Lysov A.A. (2003) Sovremennie metody obespecheniya bezopasnosti slozhnykh tekhnicheskikh system, Lotos.
7. Kliuiev S.O. (2017) Analiz metodiv identyfikatsii zaliznychnoho rukhomoho skladu. Visnyk SNU im. V.Dalia, 3 (233), 85–89.
8. Spyrjahyn V.Y., Kliuiev S.A., Zubar E.V. (2013) Vyor metoda opredeleniya koordynat mestonakhozhdenyia lokomotyva pry upravliaemom dvuzheny kolesnoi pary v relsovoi kolee. Vestnyk Vostochnoukr. un-ta., 5 (194) Ch.2, 144–146.
9. Bestemianov P.F. (2001) Metodi povishenya bezopasnosti mykroprotsessornikh system yntervalnogo rehulyrovanyia. DySSERTatsyia na soyskanye uchenoi stepeny doktora tekhnicheskikh nauk.
10. Teeh H., Vlasenka S. (2010). Systemi avtomatyky y teleme-khanyky na zheleznykh dorohakh myra: Ucheb. posobyie dlia vuzov [Tekst], Yn-tekst, 488.

С.А. Ключев

(доцент кафедры «Логистическое управление и безопасность движения на транспорте», Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, г. Северодонецк)

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ**

В статье рассматривается повышение функциональной безопасности систем автоматики, телемеханики и связи как центральной проблемы обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте. Решение этой проблемы основывается на комплексной реализации научно-технического, организационно-эксплуатационного, эргономического и экономического аспектов. Анализом отечественного и зарубежного опыта в области создания СЖАТ показаны основные тенденции развития систем обеспечения безопасности движения.

Ключевые слова: функциональная безопасность, безопасность движения, реле, надежность, системы железнодорожной автоматики и телемеханики.

Sergii Kliuiev
(*associate professor of the department «Logistics management and traffic safety in transport»*),
The East Ukrainian National Dahl University, Severodonetsk

**IMPROVING THE SAFETY OF RAILWAY AUTOMATION
AND REMOTE CONTROL SYSTEMS**

The article discusses improving the functional safety of automation systems, telemechanics and communications as a central problem in ensuring traffic safety in railway transport. The solution to this problem is based on the integrated implementation of scientific, technical, organizational and operational, ergonomic and economic aspects. The analysis of domestic and foreign experience in the field of creation of the compressed gas fuel generator has shown the main trends in the development of traffic safety systems. Scientific novelty consists in the development of the main provisions of the concept and principles of building a multi-level control system and ensuring the safety of train traffic.

An analysis of domestic and foreign experience in the field of the creation of the SRAR has established that the main trends in the development of traffic safety systems are:

- multilevel structure of the security system, depending on the intensity of the train movement and the equipment of the sites by floor devices;*
- transfer of performance of control functions and safety on board of a locomotive;*
- use of high-speed communication channels (point channel and radio channel)*
- development of objective methods for controlling the driver's waking to evaluate his physiological parameters;*
- use of satellite navigation systems;*
- creation of a unified network for the transmission of information with additional requirements regarding the reliability and timing of messages, including for radio channels.*

The following trends were identified for the development of traffic safety systems:

- the multilevel structure of the security system, depending on the equipment of the sections by the traveling devices;*
- transfer of the performance of control and safety functions on board the locomotive;*
- use of high-speed communication channels (point-to-point communication channel and radio channel)*
- the development of objective methods of monitoring the wakefulness of the driver to assess its physiological parameters;*
- the use of satellite navigation systems to calculate the coordinates and speed of the locomotive.*

Keywords: *functional safety, traffic safety, relays, reliability, railway automation and telemechanics systems.*