

управління; нестационарність, що виражається в дрейфуванні характеристик, зміні параметрів, еволюція в часі; не відтворюваність експериментів в ній. Вочевидь, що сортувальна станція як об'єкт автоматизації є складною системою з усіх розглянутих характеристиках.

За стандартами складність об'єкта проектування визначається кількістю складових частин, на які розбивається об'єкт в процесі проектування. При цьому межа розбиття (суб'єктивне обмеження складності) встановлюється на рівні, коли розробник розуміє, як побудована і працює кожна частина і система в цілому. За градаціями, запропонованими у стандарті, обчислювальні машини відносяться до дуже складних об'єктів з кількістю складових частин  $10^4$  до  $10^6$ . А багатомашинні системи управління сортувальними станціями відносяться до об'єктів максимальної, дуже високої складності, коли система, що проектується, має понад  $10^6$  складових частин.

Власне для системи керування також застосовують поняття складна (велика) система.

Складною (великою) системою за Гельфандом-Цетліним є система, в якій суттєвим параметром, що впливає на її ефективність, виступає структура системи. Тобто, запропоноване автором поняття архітектура є описом саме складної (багато-структурованої) системи.

З позицій стохастичної динаміки, складною називається система, що складається з множини взаємодіючих складових (підсистем), внаслідок чого вона набуває нових властивостей, які відсутні на підсистемному рівні і не можуть бути зведені до суми властивостей підсистемного рівня. Тобто складні системи мають синергетичний ефект. Синергетичний підхід до проектування систем керування сортувальними станціями передбачає врахування наступних основних факторів.

1) Природа ієрархічно структурована в кілька видів відкритих нелінійних систем різних рівнів організації: динамічно стабільні, адаптовані, і найбільш складні - системи, що еволюціонують.

2) Зв'язок між ними здійснюється завдяки хаотичному, неврівноваженому стану систем, що є сусідами.

3) Неврівноваженість є необхідною умовою появи нової організації, нового порядку, нових систем, тобто - розвитку.

4) Коли нелінійні динамічні системи об'єднуються, нове утворення не дорівнює сумі частин, а утворює систему іншої організації або систему іншого рівня.

5) У неврівноважених умовах відносна незалежність елементів системи поступається місцем корпоративній поведінці елементів: поблизу рівноваги елемент взаємодіє тільки із сусідніми, далеко від

рівноваги - «бачить» всю систему цілком і узгодженість поведінки елементів зростає.

В роботах Босова А.А. розглядаються питання структурної складності систем як набору взаємозалежних підструктур і операцій над ними і пропонуються прикладні інтерпретації структурної складності систем інформатики. Вочевидь, введено поняття архітектура фактично є набором взаємозалежних структур (підструктур), звідки випливає, що архітектура ІС сортувальної станції володіє структурною складністю.

Таким чином, АСК сортувальними станціями як з точки зору складності об'єкта автоматизації, так і з позицій їх внутрішньої організації є складними системами, а як об'єкт проектування - це системи дуже високої складності, для розробки яких необхідні індустріальні засоби автоматизованого проектування.

*Курцев М.С., Трубочанінова К.А. (УкрДАЗТ)*

### **МЕРЕЖІ GSM-R ЯК СТАНДАРТ РАДІОЗВ'ЯЗКУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

До 90-х років минулого століття на залізничному транспорті європейських країн використовувалися різноманітні несумісні аналогові системи радіозв'язку. У зв'язку з цим на основі різних національних (DIBMOF) і загальноєвропейських (DEUFRAKO, MORANE, EIRENE і ін.) проектів робилися спроби створити специфікації на уніфіковану технічну платформу, яка забезпечувала б експлуатаційну сумісність відносно передачі, додатків та служби при задоволенні високих вимог залізниць до безпеки та експлуатаційної готовності. Було проведено порівняння систем TETRA, GSM і систем з малими зонами дії, після чого Міжнародний Союз Залізниць прийняв рішення на користь GSM-R в якості майбутньої системи радіозв'язку з рухомими об'єктами на залізничному транспорті. Надалі були сформульовані основні вимоги до експлуатаційної сумісності європейських залізничних сполучень, які містять посилання на відповідні технічні специфікації (TSI -Technical Specifications for Interoperability). В свою чергу, специфікації TSI посилаються на функціональні та оперативні специфікації EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network) і відповідні детальні стандарти Європейського комітету з стандартизації в галузі електротехніки (CENELEC) та Європейського інституту стандартизації в області електрозв'язку (ETSI), в першу чергу на стандарт GSM.

На рубежі 20-21 століть впритул постало питання створення загальноєвропейського цифрового стандарту зв'язку для забезпечення транскордонних залізничних перевезень. Стандарт повинен був враховувати існуючі напрацювання в галузі

мобільного зв'язку і в той же час бути максимально орієнтованим на підтримку процесу залізничних перевезень, забезпечуючи надійну передачу голосу і даних на швидкостях поїздів до 500 км / год. Для розробки такого стандарту, під егідою Міжнародного Союзу Залізниць, був запущений проект під назвою EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network), функцією якого було створення системи інтеграції залізниць Європи. Поїзд, система команд управління та телекомунікаційні системи становлять в

проекті ключові елементи до досягнення реальної інтегрованої залізничної мережі [1].

В якості стандарту майбутньої системи радіозв'язку з рухомими об'єктами на інтегрованому залізничному транспорті був обраний стандарт GSM-R. Рішення на користь стандарту GSM-R було віддано внаслідок ряду переваг, які дозволяють спростити обмін інформацією, підвищити якість обслуговування абонентів та рівень безпеки.

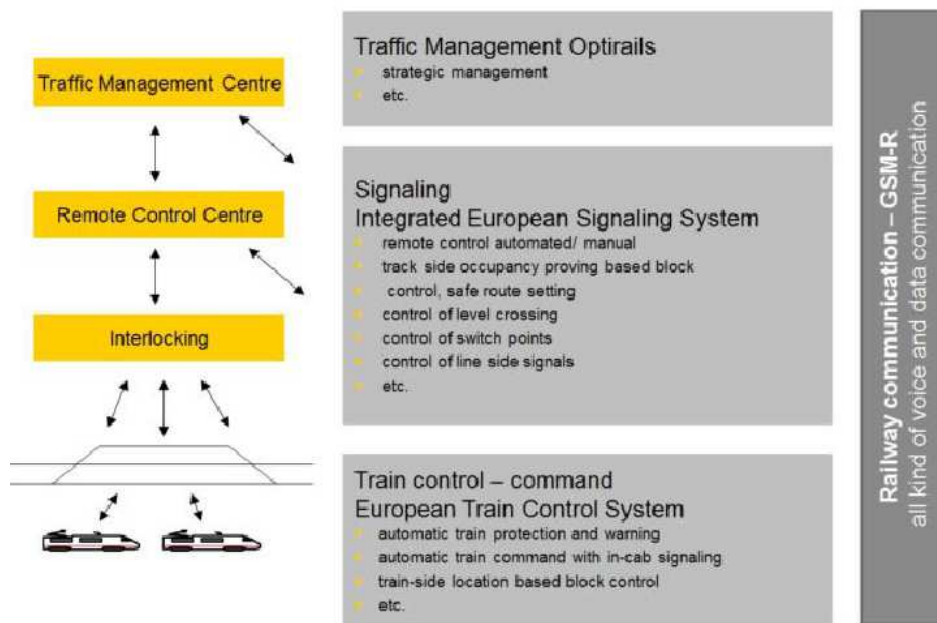


Рис. 1. Схема управління інтегрованою залізничною мережею

Стандарт реалізує інтелектуальні функції і підтримує великий набір послуг телефонного зв'язку і передачі даних. Зокрема, підтримка таких можливостей, як груповий і ширококомунікаційний виклик, пріоритети викликів, переривання розмови при надходженні термінового виклику з високим пріоритетом (наприклад, в надзвичайній ситуації), сприяє посиленню безпеки на залізничному транспорті. Крім того, стандарт GSM-R дозволяє відмовитися від застосування декількох паралельних мереж радіозв'язку - він інтегрує різні служби і робить непотрібною складну структуру, характерну для аналогових мереж. За рахунок використання нового високошвидкісного еквалайзера може бути забезпечена безперервна зв'язок машиніста з диспетчером при швидкості рухомого складу до 350 км / год. А в лабораторних умовах - при швидкості

500 км / год. Таким чином, дана технологія знімає один з основних бар'єрів на шляху створення супершвидкісних поїздів. Потенціал не обмежується телефонним зв'язком. Як і GSM, дана технологія інтегрується з GPRS для надання послуг на основі пакетної комутації, даючи можливість в режимі реального часу отримувати телеметричну інформацію з будь-якого локомотива, з будь-якої станції або перегону дороги.

### Література

1. Попов В.И. GSM-RAILWAY. Конспект лекцій по проекту TEMPUS MieGVF [Текст] / В.И. Попов. – Рига: Рижский технический университет, 2014. - 60 с.