

3. Трубочанінова К. А. Електромагнітна сумісність мобільних інфокомунікаційних систем. V МНПК «Інформаційні технології в освіті, науці й техніці» (Черкаси, 21-23 трав. 2020): тези доп. Черкаси, 2020. С. 81-82.

*Слізаренко А. О., доцент, к.т.н. (УкрДУЗТ)  
Перегон М. (Регіональна філія  
«Південна залізниця»)*

УДК 656.254.16

### **ОСОБЛИВОСТІ ЧАСТОТНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ МЕРЕЖ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ**

Частотно-територіальний план вирішує основні питання проектування мереж у конкретних умовах організації радіозв'язку. Під час планування вибираються остаточна структура мережі, місця розміщення базових станцій, розраховується можливість забезпечення радіопокриття з заданою якістю зв'язку, розробляється розподіл радіоканалів для кожної з мереж, виконується адаптація до умов територіальних і частотних обмежень проектованої зони обслуговування, наприклад на підходах залізничних ліній до вузлів або в прикордонних смугах, формуються зони обслуговування для кожної базової станції і мережі в цілому, оцінюються і мінімізуються внутрішньосистемні завади.

Можливості оптимізації частотно-територіального планування мереж технологічного радіозв'язку залізничного транспорту України суттєво обмежені, оскільки вирішується питання організації радіозв'язку безпосередньо вздовж залізничних ліній. Певною мірою визначені і місця розташування базових станцій у службово-технічних приміщеннях на залізничних станціях, де розташовані керівники технологічних процесів.

Проектування радіомереж повинно виконуватись відповідно до відомчих нормативних документів [1]. При цьому в мережах необхідно забезпечити умови електромагнітної сумісності радіозасобів. Найбільш складною задачею є забезпечення електромагнітної сумісності радіомереж на залізничних станціях, де зосереджена значна кількість радіозасобів різного призначення.

Проведено порівняльний аналіз чинних відомчих методик розрахунку та основі пропонуємої уніфікованої моделі поширення радіохвиль в умовах впливу інфраструктури залізниць, яка забезпечує діапазонну та частотну універсальність. [2].

### **Список використаних джерел**

1. Правила організації та розрахунку мереж поїзного радіозв'язку ЦШ-0058. Державна адміністрація залізничного транспорту України Укрзалізниця. Київ, 2009. 123 с.
2. Слізаренко А.О. Удосконалена статистична модель для розрахунку енергетичних характеристик каналів залізничного технологічного радіозв'язку / А.О. Слізаренко // Інформаційні-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2015, №2. С. 37 – 42

*Каменев О. Ю., к.т.н., доцент,  
Щебליкіна О. В., аспірант (УкрДУЗТ),  
Каменєва Н. В. (філія «Проектно-вишукувальний інститут залізничного транспорту АТ «Укрзалізниця»)*

### **НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРИФІКАЦІЇ ТА ВАЛІДАЦІЇ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

Засоби транспортної автоматизації впроваджуються з урахуванням їх експлуатаційної придатності, що включає як показники надійності та безпеки використання, так і функціональні ознаки можливості свого застосування за призначенням [1, 2].

Експлуатаційна придатність вимагає верифікації та валідації на всіх етапах життєвого циклу, включаючи виробництво, експлуатацію та ремонт. Для програмних засобів транспортної автоматизації верифікація передбачає, перш за все, програмне тестування функцій, умов і технологічних ситуацій, які є характерними для об'єктів впровадження систем на транспортній інфраструктурі.

Сучасними засобами верифікації та валідації систем транспортної автоматизації є імітаційні та комбіновані моделі для випробувань, які базуються на диференціації інформаційно-керуючих рівнів відповідних пристроїв. При цьому об'єктами верифікації або валідації виступають окремі рівні за умови, що інші рівні відтворюються компонентами імітаційного або фізичного моделювання. Таке моделювання відтворює функціонування окремих рівнів відповідно до протоколу обміну з іншими рівнями засобів транспортної автоматизації. При цьому основною умовою адекватності зазначених моделей є відсутність відмінності форматів обміну між реальними програмно-апаратними компонентами відповідних систем порівняно з тими, що реалізуються модулями моделей для випробувань [3].

Синтез моделей для випробувань в умовах впровадження сучасних технологій верифікації та валідації здійснюється при графоаналітичному представленні технологічних об'єктів. Таке представлення з урахуванням сучасних досягнень

науки і техніки робиться на базі графо-функціональних моделей, які, в свою чергу, відтворюються аналітично на базі функціонально-топологічних матриць суміжності. Порівняно з найближчими підходами, які використовували параметрично-топологічні матриці інцидентності, використання базових матриць суміжності дозволяє спростити процедури підготовки до верифікації та валідації, зменшити рівень кваліфікації персоналу, що задіяний у цьому процесі, а також зменшити кількість помилок, що припускаються у процесі формування моделей для випробувань.

У результаті зменшуються ресурси на виконання процесів верифікації та валідації систем транспортної автоматизації, підвищується їх достовірність та збільшується експлуатаційна готовність систем керування на об'єктах впровадження. При цьому оцінка ефективності новітніх технологій дозволяє стверджувати, що за їх застосування експлуатаційна готовність систем збільшується до 18%, а відповідний непродуктивний простой у русі поїздів скорочується до 16%. Такі показники свідчать про ефективність науково-технічних заходів, спрямованих на підвищення експлуатаційної придатності засобів транспортної автоматизації на об'єктах реалізації.

#### Список використаних джерел

1. Kara, T. Cengiz Savaş M. Design and Simulation of a Decentralized Railway Traffic Control System. Engineering, Technology & Applied Science Research. 2016. Vol. 6. No. 2. P. 945-951.
2. Каменев О.Ю., Лапко А.О., Щебликіна О.В. Математичні моделі ве-рифікації ергатичних систем засобів залізничної автоматики. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2020. Вип 4. С.53–57.
3. Likhota R., Lontsikh P., Drolova E., Karaseva V., Livshitz I. Providing a synergetic effect in the quality improvement of the railway automatics system, MPC Ebilock 950, maintenance. Proceedings of the 2017 international conference quality management, transport and information security, information technologies. 2017. P. 75-78. DOI: 10.1109/ITMQIS.2017.8085765.

Каргін А. О., д.т.н., професор,  
Іванюк О. І., аспірант  
(УкрДУЗТ)

### ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНОЇ МОДЕЛІ НЕЧІТКОГО ВИВОДУ ТАКАГІ-СУГЕНО-КАНГА В ЗАДАЧАХ КОГНІТИВНОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

Проблема навігації автономного мобільного робота є ключовою на когнітивному рівні в галузі робототехніки. Для вирішення даної проблеми розроблена значна кількість моделей та методів, що

відповідають таким елементам навігаційного циклу: локалізація та картування (localization and mapping), сприйняття інформації про оточення (perception), побудова маршруту (path planning), керування рухом (motion control) [1]. Особливої уваги потребує задача інтеграції різних цифрових рішень в єдиний однорідний навігаційний цикл.

Для вирішення зазначеної задачі в [2] запропонована модель динамічного ситуаційного управління заснована на багаторівневій стратифікації знань робота про оточення. Знання кожного рівня моделі представляються за допомогою множини фактів та множини правил.

Правила у загальному вигляді мають однакову структуру, що відповідає модифікованій моделі Такагі-Сугено-Канга (TSK):

$R_i^l$  IF  $event(f_i^l)$  and  $CF_{-sat} f_i^l$  is high and  $CF_{-sat} f_j^{l+1}$  is high  
THEN  $cf_{-sat} f_k^l = 1$ ,  $cf_{-sat} f_i^l = -1$ , [ $cf_{-sat} f_j^{l+1} = -1$ ].

де  $l$  – рівень абстрагування;

$f$  – факт  $l$ -го рівня, що описується фактором впевненості  $cf$ ;

$^{sat}f$  – факт-супутник факту  $f$ , що виражає міру очікування появи факту  $f$ ;

$CF_{-f}$  – ім'я ЛЗ, яка нечітко за допомогою трьох термів (high, low, zero) представляє числове значення фактора впевненості  $cf$  факту  $f$ .

Модифікація моделі TSK зводиться до наступного. По-перше, правило у полі **IF** може мати терм  $event(f_i)$ . Це означає що правило застосовується механізмом виведення TSK у випадку, коли сталася подія: фактор впевненості факту  $f_i$  на поточному кроці обробки даних прийняв значення  $cf_{-f_i} > \varepsilon$ , а на попередньому кроці ця умова не виконувалася. Коли на поточному кроці з фактом  $f_i$  події не відбувається, то правило, в яке входить факт  $f_i$  вимикається з обробки механізмом TSK (в класичних продукційних системах штучного інтелекту це правило є таким що викреслюється). По-друге, якщо супутник  $^{sat}f_i$  факту  $f_i$  активовано  $cf_{-^{sat}f_i} = 1$  (поточна мета актуальна), то механізм контексту приділяє ідентифікації події цим фактом більш уваги, що реалізовано шляхом зменшення порогу  $\varepsilon$  в умові визначення події  $cf_{-f_i} > \varepsilon - \Delta$ , де  $\Delta$  – експериментально обрана константа.

Наприклад, для окремого випадку, розглянутого в [2], рівень моделі що відповідає знанням про стратегії проїзду розгалужень (перехресть) представлений множиною правил: