

// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2019, №1, с.11-18.

3. Автоматизированное проектирование систем логического управления с использованием шаблонов автоматного программирования / Шкиль А.С., Кулак Э.Н., Филипенко И.В., Кучеренко Д.Е., Гога М.В. // Радиоэлектроника и информатика : научно-технический журнал / М-во образования и науки Украины ХНУРЕ. – Харьков, 2018. – № 3. С. 75--82

Трубчанінова К. А., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)

КРИТЕРІЙ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМОГ ЕМС МОБІЛЬНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Забезпечити необхідний рівень завадостійкості телекомунікаційних систем рухомого зв'язку здатна технологія надширокосмугового зв'язку. Суть її полягає у передачі малопотужних кодованих імпульсів в дуже широкій смузі частот без несної частоти. Причому широкосмужність системи визначає не абсолютна величина ширини використаної смуги частот, а співвідношенням спектра повідомлення, який визначено швидкістю отримання інформації, та шириною спектра сигналу [1]. Припустимо, що ΔF є шириною спектра повідомлення, W – ширина спектра сигналу, а T – тривалість сигналу. Добуток $B = WT$ є базою сигналу. Зазвичай для широкосмужних систем $W \gg \Delta F$ та $B \gg 1$. Розширюючи смугу частот із ΔF до W виникає можливість збільшення швидкості передачі інформації, укорочуючи передані сигнали з величини $T \cong 1/\Delta F$ до $T_1 \cong 1/W$, причому $T_1 \ll T$.

Таким чином, до переданого сигналу вводять деяку надмірність, величину якої визначає коефіцієнт розширення спектра $K_f \cong W/\Delta F$. Саме наявність цієї надмірності визначає такі властивості надширокосмугових систем, як можливість переборення явища багатопромєновості, усталеність до завад та можливість ефективного використання спектра під час використання перевантаженого частотного діапазону та цифрової обробки сигналу.

Зазвичай нижня межа співвідношення спектральних щільностей сигналу N_S та завади N_0 у – 7 дБ на вході приймача гарантує його нормальну роботу. Цей рівень відповідає такому співвідношенню:

$$N_S/N_0 \leq 0.2. \text{ У той же час спектральну щільність } N_S$$

визначають як $N_S = P/W = E/WT$, де P – потужність сигналу; W – ширина спектру сигналу; E – енергія сигналу; T – тривалість сигналу.

Таким чином, критерієм завадостійкості стає розв'язання такої нерівності:

$$E/WT \leq 0.2. \quad (1)$$

Згідно з теорією потенціальної завадостійкості Котельнікова В. А. [2] характеристики інформаційного сигналу залежать від відношення подвійної енергії сигналу E до спектральної щільності потужності шуму N_0 та становить величину $Q = 2E/N_0 = 2q_0B$,

де $q_0 = \frac{E/T}{N_0W}$ – відношення середньої потужності

сигналу $P_{S0} = E/T$ до потужності шуму $P_{N0} = N_0W$

на вході приймача, а $B = WT$ є базою сигналу.

При цьому співвідношення (1) набуде такого вигляду:

$$q^2/WT \leq 0.4, \quad (2)$$

де сам критерій визначено у термінах відношення сигнал / завада на вході приймача q та виграшу від обробки WT .

Зниження рівня електромагнітного випромінювання є основним методом забезпечення завадостійкості в системах безпроводового мобільного зв'язку. Тому сприятливим щодо забезпечення усталеної беззавадової роботи є зниження інформаційного сигналу на вході приймача до рівня шуму ($q = 1$). Це обумовлює критерій щодо забезпечення завадостійкості телекомунікаційних систем безпроводового мобільного зв'язку ($WT \geq 2.5$).

Таким чином, для забезпечення завадостійкості безпроводових мобільних систем найбільш доцільним є застосування технології надширокосмугових сигналів з базою сигналу $B \geq 2.5$. При цьому виникає задача вилучення інформаційного сигналу на фоні шуму [3].

Список використаних джерел

1. Серков О. А., Трубчанінова К. А. Концепція забезпечення електромагнітної сумісності систем безпроводового зв'язку на транспорті. VII МНТК «Проблеми інформатизації» (13 -15 листоп. 2019, т.1: секції 1-3, Черкаси-Баку-Бельсько-Бяла-Харків): тези доп. Харків: НТУ «ХПІ», 2019. С. 59.
2. Котельніков В. А. Теория потенциальной помехоустойчивости. Москва: Госэнергоиздат, 1956. 151 с.

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