

підвищеними вимогами безпеки та затримками передачі даних у бездротових мережах зв'язку. Технологія надширокопasmового зв'язку здатна забезпечити необхідний рівень безпеки та секретності мобільного зв'язку. По суті, це означає передачу низькопотужних кодованих імпульсів у дуже широкій смузі частот без несучої частоти. Крім того, пропускна здатність каналу зв'язку визначає не абсолютне значення ширини використовуваного діапазону частот, а співвідношення між спектром повідомлення (визначає швидкість інформації) та ширину спектра сигналу [2]. Використання технології надширокопasmового сигналу у системах зв'язку мобільних пристроїв промислового Інтернету речей дозволяє збільшити співвідношення сигнал / шум у приймачі на вході, що дає можливість знизити рівень електромагнітного випромінювання, таким чином забезпечуючи вимоги для підвищення імунітету та стійкості каналу зв'язку мобільних систем бездротового зв'язку на всіх етапах їх розробки, виробництва та експлуатації [3].

Список використаних джерел

1. Celimuge Wu, Zhi Liu, Di Zhang, Tsutomu Yoshinga, Yusheng Ji. Spatial Intelligence Towards Trustworthy Vehicular IoT. *IEEE Communication Magazine* 56 (10): 22-27. October 2018. [On-line]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/328323117>.
2. Serkov A., Trubchaninova K., Mezitis M. Method of wireless transmission of digital information on the basis of ultra-wide signals. *Advanced Information Systems*. 2019. Vol. 3, No. 4. PP. 33-38.
3. United States Federal Communications Commission (FCC) Decision No. FCC 02-48 of 14/02/2002 [Electronic resource]. Access mode: https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-02-48A1.pdf.

Горобець М. М., д.ф.-м.н, професор
(ХНУ ім. В.М. Каразіна),

Єлізаренко А. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)

УДК 656.254.16

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВИПРОМІНЮЮЧИХ КАБЕЛІВ РІЗНИХ ТИПІВ

Випромінюючі кабелі є ефективною направляючою системою для організації радіозв'язку в підземних спорудах і тунелях залізниць і метрополітенів. Останнім часом зростає увага до дослідження каналів з випромінюючими кабелями в зв'язку з організацією в тунелях метрополітенів стільникових мереж загального користування та впровадженням мереж УКХ діапазонів в тунелях залізниць [1].

Випромінюючий кабель одночасно виконує дві функції: передачі сигналів до заданого місця прийому і функції приймально-передавальної антени. З точки зору організації радіоканалів найбільш важливими є характеристики повздовжнього (погонного) згасання α і втрати на зв'язок (перехідне) згасання $A_{пер}$.

Світова промисловість виробляє значну кількість різних типів випромінюючих кабелів, які відрізняються конструктивно-технологічними і електричними характеристиками. Останнім часом запропонована нова модифікація випромінюючих кабелів – триаксіальні. Особливістю триаксіального кабелю є використання в якості зовнішніх провідників двох напівкруглих алюмінієвих стрічок, розділених шаром діелектрика. Найбільш відомими виробниками є компанії EUPEN (Бельгія), та Times Microwave Systems (США) [2,3].

Повздовжнє згасання приводять як сталу величину для фіксованих значень частот. Значення перехідного згасання в кожній конкретній точці має випадковий характер в результаті формування багатопроменевої структури електромагнітного поля, внаслідок якої і виникають глибокі просторові флуктуації. Перехідне згасання нормується імовірнісною величиною на рівні 50 і 95 %. – $A_{пер0,5}$ і $A_{пер0,95}$.

В таблиці 1 наведені паспортні значення параметрів повздовжнього та перехідного згасання для імовірності 50 % та 95 %. випромінюючих кабелів отримані за типовою методикою вимірювання в умовах наближених до вільного простору.

Таблиця 1

Характеристики випромінюючих кабелів

Параметри для частоти	RMC-7/8 [®] EUPEN	TRC-850 nu-TRAK
Продольне згасання, дБ/км		
150 МГц	16	17
450 МГц	30	32
900 МГц	43	56
1800 МГц	92	-
Перехідне згасання, для ймовірності 50/95%		
150 МГц	82/90	74/94
450 МГц	80/88	80/96
900 МГц	70/75	80/96
1800 МГц	68/73	-

Паспортні значення параметрів випромінюючих кабелів різних марок відрізняються не суттєво, що пояснюється намаганням розробників зменшити сумарні втрати при передачі радіосигналів. При цьому повздовжнє згасання намагаються мінімізувати, а перехідне згасання дозовано збільшують для зменшення втрат при випромінюванні.

В реальних умовах прокладання випромінюючих кабелів в тунелях, їх параметри істотно залежать від

багатьох чинників: відстані до стінок тунелю і методу кріплення кабелю, конфігурації поперекового і повздовжнього профілів тунелів, наявності в робочій зоні металевих предметів та інших факторів.

Публікації, в яких в систематизованому вигляді викладались би результати експериментальних досліджень параметрів випромінюючих кабелів в реальних умовах прокладання, практично відсутні. Однією з небагатьох, є робота, в якій приведені результати дослідження статистичних характеристик випромінюючого кабелю РИ-50-17-31 (РФ) [4]. Результати отримані в реальних умовах прокладання в тунелях Харківського метрополітену при організації мереж технологічного радіозв'язку.

В реальних умовах прокладання значення погонного згасання суттєво перевищує паспортні характеристики. На частоті 150 МГц для кабеля РИ-50-17-31 експериментальне значення коефіцієнта згасання складає $\alpha_{\text{вк}}=50$ дБ/км та перевищує паспортні характеристики на 25 дБ/км, з ростом частоти різниця значень зростає. За результатами вимірювань середнє значення $A_{\text{пер}}$ між кабелем і вимірювальною антеною складає 51,4 дБ, тобто зменшується порівняно з паспортними даними.

Значення середньоквадратичного відхилення для кабелю РИ-50-17-31 за результатами досліджень в роботі [4], складає 5,96 дБ а для кабеля RMS 7/8'' фірми EUPEN розрахункове значення середньоквадратичного відхилення складає 6,2 дБ на цій же частоті, що свідчить про схожість структури випромінюваних полів в обох випадках. При використанні триаксіального кабеля розрахункове значення $\sigma=9,7$ дБ, що свідчить про значно більшу глибину флуктуацій, що можна пояснити особливістю структури випромінюваного поля в цьому випадку.

Проведений аналіз свідчить, що для розробки обґрунтованої методики розрахунку каналів рухомого радіозв'язку з випромінюючими кабелями необхідні додаткові дослідження параметрів, насамперед, в реальних умовах прокладання кабелів в тунелях.

Список використаних джерел

1. Єлізаренко А.О. Впровадження дводіапазонних мереж технологічного радіозв'язку в тунелях залізниць [Текст] / Єлізаренко А.О. // Інформаційні керуючі системи на залізничному транспорті. – 2014, №4. – С.42-47.
2. Radiating Cables. [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу <http://www.eupen.com>.
3. Компанія Times Microwave Systems <http://www.timesmicrowave.com>
4. Єлізаренко А.О. Дослідження статистичних характеристик каналу з випромінюючим кабелем в тунелі метрополітену [Текст] / А.О. Єлізаренко // Збірник наукових праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – вип.78. – С. 157-165.

Сотник В. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)

ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИСТРОЇВ СЦБ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Проведений аналіз як кадрового стану дистанції сигналізації та зв'язку, так і існуючих технологій обслуговування, надав можливість встановити протиріччя: що зі значними скороченнями обслуговуючого персоналу неможливо існуючими технологіями обслуговування забезпечити безпеку руху поїздів на встановленому рівні.

В залежності від умов, в яких знаходяться істанції сигналізації та зв'язку, їхньої технічної оснащеності, розташування приладів на перегонах і станціях, а також віддаленості від розташування дистанції, необхідно визначити і відповідний метод обслуговування пристроїв СЦБ та зв'язку.

В останні роки на залізницях України активно проводиться не тільки модернізація пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку, а й впроваджуються мікропроцесорні системи керування. Експлуатація та технічне обслуговування цих засобів вимагає вже іншого, комплексного підходу.

Отже, напрямок дослідження вибору оптимального методу обслуговування є актуальним.

Впровадження нових, більш раціональних методів технічного обслуговування пристроїв, є однією із умов підвищення продуктивності праці, професійного рівня працівників, а також якості обслуговування.

У відповідності до рівня технічної оснащеності дистанцій та фактичної наявності контингенту основних професій пропонується методика визначення оптимального методу обслуговування пристроїв СЦБ та зв'язку.

Встановлено, що даний метод обслуговування в конкретних об'єктивних умовах буде найбільш економічно доцільним і повинен максимально забезпечити умови дотримання встановленого рівня безпеки руху поїздів.

Список використаних джерел

1. Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування в АТ. -Укрзалізниця. –Київ.
2. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв СЦБ:ЦШ-0060. -Київ, 2009.
3. Методика оцінки якості технічного обслуговування засобів зв'язку. О. О. Лаврут, В. М. Васюк. (Полтавський військовий інститут зв'язку). Системи обробки інформації, 2005, випуск 4 (44).