

РАДІОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

Останніми роками спостерігається стрімкий розвиток систем стільникового зв'язку з використанням останніх досягнень в галузі мікроелектроніки. Його характерною рисою є підвищення швидкості передачі великих потоків даних, внаслідок чого виникає переважаність традиційних радіоканалів зв'язку у дециметровому діапазоні хвиль. Як відомо, характеристики радіоканалу залежать від багатьох зовнішніх факторів та параметрів апаратури зв'язку, зокрема: загасання сигналу, відбиття від перешкод, у тому числі багаторазового, зміни спектрального складу сигналу внаслідок ефекту Доплера, наявності сторонніх радіозавод тощо. Усе це спричиняє підвищення потужності шуму P_N в каналі відносно потужності корисного сигналу P_S . Швидкість передачі даних C (в біт/с) через канал залежить від його частотної смуги Δf та визначається за формулою Шеннона (1):

$$C = \Delta f \log_2 (1 + P_S/P_N) . \quad (1)$$

Тому можна добитися зростання C через розширення смуги Δf , що простіше реалізувати у більш високочастотних діапазонах. Тому певними міжнародними організаціями, що займаються розподілом частотного ресурсу, за результатами проведених попередніх досліджень запропоновано розробляти майбутні системи бездротового зв'язку у міліметровому діапазоні довжин хвиль. У теперішній час готується низка нормативних документів з вимогами до таких систем. Зокрема вже прийнято стандарт IEEE 802.11ad щодо організації радіомереж у діапазоні 60 ГГц.

Проте через значне зростання кількості абонентів, а також впровадження багатопроменевої технології МІМО у мережах стільникового зв'язку, особливо з кодовим розділенням каналів, виникає загроза збільшення так званої групової завади. Ця завада створюється внаслідок багатоканального характеру роботи базових станцій (БС) сусідніх стільників та стільника абонента, коли на його приймач поступають сигнали, які призначені для інших абонентів мережі. За опублікованими результатами досліджень рівень такої завади в залежності від активності абонентів лежить у межах (-65 ... -45) дБмВт і залежить від структури радіомережі. У загальному випадку потужність групової завади описується формулою (2):

$$P_G = P'_{\Sigma_j} / L d'_j + \alpha_j P^*_{\Sigma_j} / L d_j , \quad (2)$$

де P'_{Σ_j} — сумарна потужність БС ближніх стільників на вході приймача j -го абонента; $L d'_j$ — загасання їх сигналів, що визначається для усередненої відстані d'_j від них до j -го абонента; $P^*_{\Sigma_j}$ — потужність всіх інших сигналів БС стільника j -го абонента; α_j — коефіцієнт, який характеризує багатопроменевий характер роботи БС (він змінюється від 0 до 1 в залежності від умов роботи і структури мереж).

Оскільки складові групової завади мають досить широкий спектр, її можна вважати шумоподібним сигналом. Величина P_G є важливою характеристикою каналу зв'язку, а її вимірювання традиційними методами потребує спеціальної апаратури та значних часових і обчислювальних ресурсів. Зокрема, такі вимірювання можна проводити кореляційним методом, використовуючи векторний генератор як джерела псевдовипадкових сигналів і аналізатор спектру як приймач. Причому необхідно забезпечити синхронізацію їх роботи.

Для систем зв'язку мм-діапазону, більш доцільним є використання радіометричного методу, який дозволяє визначати P_G та інші параметри шумоподібних широкосмугових сигналів. Даний метод передбачає використання приймача радіометричного типу, який можна побудувати за трьома основними схемами: компенсаційною, кореляційною та модуляційною. Через високу чутливість і точність вимірювань, а також наявність функціональних можливостей найбільш перспективною є модуляційна схема. За описаною структурною схемою у лабораторії університету розроблена система у діапазоні частот 37,5-54 ГГц. Проведений аналіз метрологічних характеристик показує можливість застосування її як вимірювального засобу в запропонованому методі. Як показують попередні дослідження такий метод дозволяє визначати величину P_G в межах (-100 ... -30) дБмВт в робочому діапазоні частот. Наукова новизна представленої роботи полягає у розробці радіометричного методу оцінки та контролю характеристик каналу зв'язку мм-діапазону. До його переваг слід віднести можливість компенсації власних шумів вимірювальної системи, що збільшує її чутливість на 1-2 порядки, спрощення схеми вимірювань та зменшення часу їх проведення.