**Гаркуша Сергій Володимирович. Методи підвищення завадостійкості ліній доступу до базових станцій транкінгових систем зв'язку : Дис... канд. наук: 05.12.02 – 2009**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Гаркуша C. В. Методи підвищення завадостійкості ліній доступу до базових станцій транкінгових систем зв'язку**. – Рукопис. Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи і мережі. Харківський національний університет радіоелектроніки. Харків 2009.  Дисертаційна робота присвячена вирішенню нової наукової задачі підвищення завадостійкості транкінгових систем зв'язку з використанням адаптивних антенних решіток, просторово-часової обробки сигналів, стрибкоподібної зміни частоти і просторово-часового доступу в умовах динамічних дій численних електромагнітних взаємодій і забезпеченню умов електромагнітної сумісності під час проектування даних систем.  Сформульовані теоретичні й практичні положення, на базі яких розроблені пропозиції, що дають можливість у складній електромагнітній обстановці забезпечити необхідний рівень якості зв'язку в транкінговій системі зв’язку, при успішному вирішенні проблеми забезпечення високого рівня завадостій-кості. Показано, що вирішення задачі підвищення завадостійкості ліній доступу до базових станцій лежить у розробці нових рішень щодо використання просторового, часового й енергетичного ресурсу в транкінгових системах зв'язку. | |
| |  | | --- | | В роботі вирішена актуальна науково-практична задача, яка полягає у підвищенні завадостійкості ліній доступу до базових станцій транкінгових систем зв'язку на 25-30 дБ, в умовах високої завантаженості частотного ресурсу і в умовах складної електромагнітної обстановки. Під час вирішення наукової задачі отримані такі результати:  1. Встановлено, що на території України в мережах транкінгових систем зв’язку, не зважаючи на наявність певних заходів щодо забезпечення завадостійкості, електромагнітна обстановка, яка формується при використанні мереж різних відомчих служб, є досить критичною. Це створює певні труднощі під час побудови мережі професійного мобільного зв’язку, оскільки однією з основних її вимог є надійність та якість, і тому потребує додаткових заходів з підвищення завадостійкості ліній доступу та вирішенню задач електромагнітної сумісності.  2. Зважаючи на те, що частотно-часовий ресурс у виділеному діапазоні близький до вичерпання, вибір додаткових методів, що забезпечують необхідну завадостійкість, слід проводити серед просторово-часових методів, заснованих на використанні просторово-часової обробки сигналів в адаптивних антенних решітках, стрибкоподібної зміни частоти та просторово-часового доступу, що дасть змогу підвищити завадостійкість ліній доступу до базових станцій транкінгових систем зв’язку. Показано, що використання методів просторово-часової обробки сигналів дає змогу підвищити завадостійкість транкінгової системи зв’язку TETRA на десятки дБ, а використання просторово-часового доступу дає змогу підвищити завадостійкість доступу до базових станцій, а також значно полегшить електромагнітну обстановку в зоні дії базової станції.  3. Показано, що використання 16-елементних ААР при типових співвідношеннях сигнал/завада, дозволяє підвищити відношення сигнал/завада на її виході на 22 дБ, а використання 4-х і 8-и антенних елементів на 14 і 20 дБ відповідно. Доопрацьовано відомий алгоритм МВСЗ з метою зменшення часу адаптації ААР до поточної сигнально-завадової обстановки. Запропоновано використання методу запам'ятовування ВВК.  4. Показано, що додатковими заходами, спрямованими на підвищення завадостійкості ліній доступу, є використання методів стрибкоподібної зміни частоти, що потребує деяких змін у перебудові приймально-передавальних трактів і може бути безпосередньо використано при відповідному перепрограмуванні збуджувача-гетеродина. Показано, що для забезпечення сталого режиму функціонування системи зі стрибкоподібною зміною частоти (необхідної швидкодії, прихованості сигналу) слід проводити зміну частоти в кінці кожного кадру. Така зміна частот може забезпечити додатковий рівень завадостійкості шляхом підвищення ВСЗ на 7...8 дБ.  5. Показано, що зміна частот при спільному використанні зі просторово-часовою обробкою сигналу потребує відповідної модернізації цих методів. Розроблено метод спільного використання просторово-часової обробки сигналу і стрибкоподібної зміни частоти, який проводить попередню оцінку вектора вагового коефіцієнта шляхом використання в процесорі просторово-часової обробки сигналу ключів перемикання між каналами оцінки ВВК. Запропоновано використання в якості антени – конструкції у вигляді системи кільцевої антенної решітки, що дозволяє зменшити габарити антенної системи порівняно з лінійними.  6. Запропоновано новий динамічний алгоритм просторово-часового доступу до базової станції в транкіноговій системі зв’язку TETRA, що дозволяє заощадити частотний ресурс шляхом використання в кожному просторовому напрямі однієї і тієї самої частоти сигналу. Організація просторово-часового доступу дає змогу одночасно підвищити завадостійкість прийому сигналів, за рахунок використання окремих вузьких променів замість ізотропної діаграми. При цьому використання просторово-часового доступу не вимагає переробки алгоритмів мережних елементів і режимів їх функціонування, обмежуючись лише модернізацією антенної системи.  7. Проведені експериментальні натурні випробування спрямовані на аналіз механізму багатопроменевості, що впливає на ефективність просторово-часової обробки сигналу. Експеримент виконаний в діапазоні частот систем Wi-Fi. Інтерпретація результатів для системи TETRA дається з використанням методу електродинамічної подібності. Показано, що інтервал просторової кореляції приймального сигналу в 5-7 разів перевищує розміри антенної решітки. Це дозволяє вважати розподіл поля по апертурі антенної решітки близьким до лінійнорозподіленого, тобто фронт хвилі в межах апертури практично плоский.  8. Запропоновано методику проектування мережі професійного мобільного зв’язку на базі транкінгової системи зв’язку TETRA на базі методу багатокритеріальної оптимізації та оцінки якості інфраструктури цієї мережі. Приклад використання методики здійснено на основі порівняння існуючих типових мереж з гіпотетичною мережею, яка використовує запропоновані в роботі методи заощадження радіочастотного спектра та просторово-часового доступу. Запропоновані методи дозволяють в десять разів підвищити ефективність використання радіочастотного спектра, в порівняно з існуючими мережами транкінгового зв’язку.  9. Показано, що для напруженої сигнально-завадової обстановки, яка складається в типових умовах повного завантаження транкінгової системи зв’язку TETRA, коли рівень сигналу відносно суми всіх завад зменшується до величини 5...10 дБ, дальність дії базової станції зменшується з 60 км на відкритій місцевості до 15...20 км, у сільській місцевості з 32 до 8...10 км, а в умовах міської забудови з 9,5 до 0,5...1,5 км. Водночас використання адаптивних антенних решіток спільно зі стрибкоподібною зміною частоти практично повністю відновлює зону обслуговування.  10. Встановлено, що використання просторово-часового доступу в транкінговій системі зв’язку TETRA, дозволяє перейти від побудови кластерів, що складаються з 19-ти комірок, до трисекторних комірок, для більш ефективної економії частотного ресурсу і методу повторного використання частот розробленого фірмою Motorola, для ділянок мережі з високою щільністю абонентів. | |