**Бiлоус Юрiй Васильович. Методи територiально-частотного планування стiльникових систем рухомого радiозв'язку та аналiз їх ефективностi : Дис... канд. наук: 05.12.02 – 2003**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Білоус Ю.В. Методи територіально-частотного планування стільникових систем рухомого радіозв’язку та аналіз їх ефективності. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі. Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2003.  Дисертація присвячена актуальній проблемі розробки ефективних методів територіально-частотного планування (ТЧП) стільникових систем рухомого радіозв’язку (ССРЗ). Запропоновано нове ймовірнісне описання сигналів і внутрішньосистемних завад у ССРЗ, яке ґрунтується на понятті характеристичної функції потужності сигналу й завади, а також показано його застосування в задачах ТЧП ССРЗ. Розроблено рекомендації з практичного використання методів розрахунку енергетичних утрат, виникаючих при поширенні радіохвиль на трасах ССРЗ. Визначено погрішності множника ослаблення з урахуванням точності електронної карти. Розроблено критерій ефективності методів ТЧП і метод планування ССРЗ, у якому визначення області покриття для окремих базових станцій (БС), їхніх груп і системи в цілому ґрунтується на обчисленні ймовірності відказу в обслуговуванні рухомого абонента (РА). Отримано аналітичні вирази для ймовірності відказу в обслуговуванні РА, а також імовірності відказу радіоканалу ССРЗ. Розроблено імітаційну модель абонентського доступу до ресурсу ССРЗ, яка дозволяє врахувати реальні умови функціонування цих систем: наявність повторних викликів, випадкову тривалість розмови, вплив завмирань і накладень сигналів і т.п. На основі машинного експерименту показана можливість використання розробленої моделі для проведення розрахунків канальної ємності БС. Запропоновано метод розміщення БС на місцевості з використанням нейронної мережі що самоорганізується, а також метод коректування місцеположення БС, який базується на використанні алгоритмів навчання нейронних мереж. Запропоновано метод побудови ССРЗ з мінімальною розмірністю кластера, який дозволяє знаходити оптимальний у змісті використання частотного ресурсу розподіл груп частотних каналів. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі виконано теоретичне узагальнення і представлено нове рішення наукової задачі, пов’язаної з дослідженням ефективності методів територіально-частотного планування ССРЗ і розробкою методів, які забезпечують планування цих систем з обліком імовірнісних характеристик сигналів і внутрішньосистемних завад, енергетичних утрат при поширенні радіохвиль на трасах, точності ЕК, технічних характеристик ССРЗ, а також випадкового характеру потоку викликів. Основні задачі, які переслідувалися в процесі дослідження ефективності й розробки нових методів ТЧП, полягали в забезпеченні підвищеної якості обслуговування абонентів ССРЗ, оптимального використання РЧР і внутрішньосистемної ЕМС. Задача підвищення якості обслуговування абонентів вирішувалася шляхом максимізації числа абонентів, для яких виконуються умови надійного зв’язку. Для забезпечення оптимального використання РЧР запропоновано використовувати метод призначення ГЧК, який дозволяє добиватися мінімальної розмірності кластера ССРЗ. Поліпшення внутрішньосистемної ЕМС у ССРЗ, спроектованої за допомогою запропонованих методів, досягається, на відміну від інших методів, шляхом використання уточнених імовірнісних моделей сигналів і внутрішньосистемних завад, які враховують топологію – випадкову і/або детерміновану – джерел і приймачів завад, швидкі й повільні завмирання, а також особливості протоколів підтримання безперервного зв’язку в ССРЗ. Основні результати дисертаційної роботи можна сформулювати так.  З припущення, що ймовірнісні розподіли миттєвих значень обвідної сигналу й завади по суміщеному каналу описуються чотирьохпараметричним розподілом, отримано закони розподілу і ХФ потужностей сигналу і соканальної завади на входах приймачів МС і БС, які враховують варіанти топології – випадкової і/або детермінованої – джерел і приймачів завад, швидкі й повільні завмирання сигналів і завад, а також протоколи підтримання безперервного зв’язку в ССРЗ. Показано, що при використанні відомих територіально-частотних планів у системах GSM-900 і D-AMPS впливом завад від сусіднього каналу можна знехтувати й виконувати планування ССРЗ без обліку цих завад.  Проведений у роботі аналіз методів розрахунку енергетичних утрат, які виникають при поширенні радіохвиль на трасах ССРЗ, показав, що для міських і приміських районів із незначними нерівностями рельєфу втрати при поширенні сигналу можна визначати по формулі Хата, яка дає практично однаковий з методом Окамури результат для відстаней між МС і БС менше 30 км, але дозволяє легко організувати обчислення за допомогою ЕОМ. Показано, що розрахунок утрат за формулою Хата в ССРЗ цифрових і аналогових стандартів можна проводити на одній частоті для всієї території обслуговування. Помилка у визначенні величини втрат при цьому не перевищує 0,3…0,6 дБ. Показано, що енергетичні втрати при поширенні сигналу на трасах із значними нерівностями рельєфу доцільно визначати, користуючись методом Уолфіша – Ікегамі. Визначено умови, за яких методи Уолфіша – Ікегамі і Хата дають близькі результати.  Формалізовано задачу коректування параметрів методів розрахунку енергетичних утрат на трасах ССРЗ за результатами натурних вимірювань. У методі Хата оцінки параметрів рівняння, яке описує енергетичні втрати при поширенні радіохвиль, можна визначити за обмірюваними значеннями методом найменших квадратів. Зазначено, що більш універсальним способом коректування параметрів методу розрахунку є спосіб, заснований на технології штучних НМ.  Проведені дослідження впливу точності ЕК на погрішність розрахунку втрат на трасах ССРЗ показали, що граничні абсолютні погрішності множників ослаблення, обумовлені погрішностями визначення місцеположення, відстаней і висот по карті, не перевищують 3 дБ. Зазначену цифру можна врахувати шляхом відповідного корегування рівняння передачі.  У якості показника ефективності методів ТЧП запропоновано використовувати число абонентів, імовірність відказу в обслуговуванні яких не перевищує припустимого значення. Уперше отримано аналітичні вирази для ймовірності відказу радіоканалу ССРЗ. Проведений аналіз імовірності відказу радіоканалу показав, що у випадку територіально-частотних планів із малими значеннями розмірності кластера (*С* = 3; 4) при досить великому необхідному захисному відношенні сигнал/завада ймовірність відказу може набувати великих значень (більше 0,1). Крім того, системи, які використовують кластери великої розмірності (*С* = 12…21), є “менш чутливими” до збільшення числа БС що заважають. Використання антен із шириною діаграми спрямованості в горизонтальній площині 60 і 120 у цих системах менш ефективно, ніж у ССРЗ із малою розмірністю кластера і великим необхідним захисним ВСЗ.  Аналіз територіально-частотних планів, притаманних системам NMT-450 і AMPS, показав, що розподіл ГЧК за схемами 3/9 і 4/12 у системі NMT поступається щодо критерію ймовірності відказу в обслуговуванні абонента розподілу, який використовується в американській системі AMPS. Тому планування систем NMT та GSM-900 на території України рекомендовано виконувати із залученням територіально-частотного плану системи AMPS.  На основі розробленої стохастичної моделі ССРЗ як СМО був поставлений експеримент на ЕОМ, у ході якого визначалася необхідна кількість частотних каналів на БС із припустимою ймовірністю блокування кожного. Нова модель ССРЗ враховує наявність повторних викликів, випадкову тривалість розмови, завмирання й накладення сигналів. Модель реалізовано у вигляді спеціалізованого програмного комплексу – системи з відкритою архітектурою.  На основі проведених теоретичних досліджень розроблено метод територіально-частотного планування ССРЗ, який використовує запропонований критерій ефективності. Новий метод вимагає побудови карти розподілу ТН. Розроблено новий метод розміщення БС із використанням НМ Кохонена, яка реалізує метод динамічних ядер. Можливість використання НМ для рішення задачі розміщення БС доведена на прикладі. Як розширення методу розміщення, запропоновано використовувати метод коректування місцеположення БС, який враховує відомості про потужність сигналу в точці прийому, ВСЗ і ймовірность відказу в обслуговуванні абонента. Як критерій оптимального розміщення БС запропоновано використовувати кардинальне число множини вузлів запитів, сформованої за спеціальним правилом. Показано, що оптимізація розміщення БС може виконуватися на основі алгоритмів навчання НМ.  Розроблено метод побудови ССРЗ із мінімальною розмірністю кластера, який дозволяє знаходити оптимальний у змісті використання частотного ресурсу розподіл ГЧК. Метод дозволяє, не удаючись до повного перебору, знаходити розподіл ГЧК з .  Розроблені нові методи ТЧП можуть увійти до складу ПАК планування ССРЗ. Програмна реалізація методів дозволить проводити проектування ССРЗ із погляду забезпечення ними заданої якості обслуговування максимального числа абонентів. | |