**Москалець Микола Вадимович. Методика аналізу електромагнітної сумісності систем абонентського радіодоступу : Дис... канд. наук: 05.12.02 - 2006.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Москалець М.В. Методика аналізу електромагнітної сумісності систем абонентського радіодоступу - Рукопис.**  Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 - телекомунікаційні системи і мережі. – Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків 2006.  В дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-прикладна задача – розробка методики аналізу ЕМС в радіолініях САРД з метою прогнозування ЕМС РЕЗ САРД шляхом вибору відповідних критеріїв ЕМС та адекватних моделей, що враховують множинний імовірносний характер електромагнітної взаємодії мережних елементів САРД, на підставі яких будується методика аналізу. Показано, що методи аналізу ЕМС РЕЗ і методи експертних оцінок, що використовуються при введенні нових САРД і ґрунтуються на методиці розробленої для стаціонарних систем радіозв'язку, більше придатної для дуельних взаємодій. Аналіз таких методів показав, що для САРД детермінований підхід до аналізу ЕМС припустимий лише в окремих випадках. В умовах же динамічної і важко прогнозованої сигнально-завадової обстановки потрібен більш загальний стохастичний підхід, що дає можливість враховувати групові взаємодії. Таким чином, виникла необхідність удосконалення методики аналізу ЕМС. Запропонована методика аналізу ЕМС САРД базується на виборі критеріїв оцінки ЕМС САРД і адекватних моделях взаємодії мережних елементів САРД. Моделі взаємодії мережних елементів САРД містять моделі випадкового розміщення мережних елементів, моделі поширення радіохвиль САРД, модель динаміки взаємодії і фазових станів угруповань РЕЗ САРД. В якості найбільше важливих показників оцінки якості функціонування САРД рекомендовано вибрати: відношення сигнал/завада+шум; імовірність помилки в каналі зв'язку; пропускну здатність каналу.  Методика дає можливість фахівцям обґрунтовано проводити аналіз ЕМС угруповання мереж систем абонентського радіодоступу, оцінювати ЕМО вже діючих мереж і розробляти рекомендації з мереж, що розгортаються, здійснювати якісне планування мереж САРД із погляду виконання умов ЕМС. | |
| |  | | --- | | В дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-прикладна задача – розробка методики аналізу ЕМС в радіолініях САРД з метою прогнозування ЕМС РЕЗ САРД шляхом вибору відповідних критеріїв ЕМС та адекватних моделей, що враховують множинний імовірносний характер електромагнітної взаємодії мережних елементів САРД, на підставі яких будується методика аналізу.  Це дає можливість оцінювати ЭМО вже діючих мереж, прогнозувати ЕМС і надавати рекомендації щодо мереж, які розгортаються, що в цілому підвищить якість функціонування РЕЗ САРД.  Основною відмінною рисою розробленої в дисертації методики є те, що вона базується на імовірнісній моделі множинних взаємодій великої кількості випадково розташованих приймально-передавальних елементів у відмінності від відомих методик, де випадковий механізм враховується в основному лише, в умовах поширення радіохвиль і деяких інших параметрах, детерміновано заданих, при фіксовано і стаціонарно розташованих об'єктах взаємодії. Випадковість також укладена і у самій сигнально-завадовій обстановці, що є досить складною в САРД у неліцензованих діапазонах частот. Таким чином, розроблена методика аналізу ЭМС, що враховує випадковість мінливих параметрів ЕМО, дає можливість проведення більш якісної оцінки функціонування того чи іншого РЕЗ, чи мережі САРД в цілому.  При цьому в дисертаційній роботі отримані такі основні результати.  1. Проведено аналіз сигнально-завадової обстановки в угрупованні РЕЗ САРД. У результаті аналізу виявилось, що незважаючи на цілий ряд заходів по підвищенню завадостійкості, які засновані в САРД, включаючи послідовну перебудову по частоті, методи кодування, протокол управління потужністю та інші частотно-часові заходи, рівень завад може виявитись досить значним, і може перевищувати на 10-20 дБ рівень корисних сигналів. Серед завад, що погіршують сигнально-завадову обстановку основними є:  – міжсистемні завади, що виникають між різними САРД, розташованими в сусідніх офісах чи у територіальній зоні взаємодії;  – завади між РЕЗ різних призначень, до числа яких відносяться індустріальні завади, завади від побутових, медичних чи інших засобів;  – внутрішньосистемні завади, що виникають за рахунок продуктів нелінійностей у різних трактах САРД.  2. Проаналізована особливість функціонування РЕЗ в угрупованнях САРД і структури угруповань РЕЗ, що утвориться в результаті організації офісних телекомунікаційних систем. Стосовно до складу і особливостей функціонування угруповання РЕЗ САРД, виявилось, що широко застосовувані методики аналізу ЕМО і методики розрахунку параметрів ЕМС безпосередньо на зазначені угруповання не можуть бути поширені в першу чергу через випадкове розташування випромінюючих і приймаючих РЕЗ, динаміки їхнього функціонування, неможливості використання детерміністських вихідних даних, а також множинного характеру зазначених взаємодій. Для аналізу ЕМО і розрахунку параметрів ЕМС необхідно перейти від дуельного розгляду взаємодії з конкретно зазначеними параметрами до завдання і аналізу імовірнісних характеристик як по розміщенню взаємодіючих елементів, так і по результатах цих взаємодій. Таким чином, виникла необхідність переглянути критерії, що характеризують якісні і кількісні характеристики електромагнітних взаємодій.  3. У результаті розгляду і аналізу критеріїв ЕМС, які використовуються у різних методиках показано, що критерії, які зводяться до розрахунку захисного відношення, граничного еквівалентного зростання і т.д. не підходять у силу того, що для їхнього використання потрібно застосовувати велику кількість апріорних даних про параметри взаємодіючих елементів чи про детерміністські механізми взаємодії деяких параметрів РЕЗ. Безпосереднє застосування даних критеріїв до методики, заснованої на імовірнісних механізмах взаємодії, пов`язане з великими помилками. Тому в роботі прийнято використовувати критерій, заснований на виборі припустимого рівня ВСЗШ, що також є певним наближенням, але його використання значно спрощує аналіз ЕМО і розрахунок параметрів ЕМС.  4. Для створення методики аналізу ЕМС угруповання РЕЗ САРД необхідно було розробити ряд моделей серед яких:   1. моделі розміщення угруповання; 2. моделі взаємодіючих угруповань; 3. математична модель динамічних взаємодій в угрупованнях елементів САРД, як з наявністю лінійних і нелінійних впливів; 4. модель поширення радіохвиль у залежності від навколишнього середовища і типових завад; 5. моделі електромагнітних взаємодій в тракті приймача при наявності частотних розбіжностей сигналу та завади.   Суть цих моделей у наступному:  а) модель розміщення елементів САРД являє собою випадково розташовані в просторі по визначеному закону взаємодіючі елементи. В якості законів використані рівномірні, гаусівські, подвійні гаусівські і ін. Групова взаємодія між цими елементами моделюється за допомогою методу Монте-Карло, що дозволяє одержувати стійкі результати, які є притаманні обраному варіанту того чи іншого закону;  б) модель взаємодіючих угруповань припускає наявність множинних взаємодій між угрупованнями, розташованими в різних рівнях, у межах сусідніх поверхів з урахуванням параметрів окремих угруповань і відстаней між ними;  в) розроблена динамічна модель множинних взаємодій -елементів складної системи, у якій враховано характер міжелементних зв'язків і фазових станів. З використанням даної моделі стає можливим проведення аналізу динамічного поводження сукупності елементів системи при різному рівні лінійних і нелінійних взаємодій. Сукупний характер множинних взаємодій відображено нормованим значенням ВСЗШ– . Значення даного показника залежить, у свою чергу, від мінливих параметрів ЕМО, зокрема від сумарного рівня завади, при якій відбуваються вплив з боку РЕЗ, відстаней між РЕЗ, що впливають, наявністю додаткових коефіцієнтів загасання сигналів і завад і т.д.;  г) модель ПРХ базується на класичному рівнянні передачі. Модернізація даного рівняння полягала в тому, що в показнику додаткового загасання були враховані параметри стін, міжповерхових перекриттів та інших будівельних конструкцій;  д) проведені експериментальні дослідження метою, яких була перевірка адекватності обраних моделей. Натурний і розрахунковий експеримент підтверджує математичні моделі і працездатність методики.  5. На основі аналізу сигнально-завадової обстановки в САРД і додаткових машинних експериментах розроблена методика аналізу ЕМС у радіолініях САРД, що дозволяє враховувати випадкове розміщення мережних елементів САРД, розподіл щільності розміщення елементів мереж, особливості ПРХ у залежності від умов використання САРД, а також робити розрахунок ВСЗШ в угрупованнях РЕЗ САРД з урахуванням ймовірнісно-статистичного підходу на базі методу Монте-Карло, що кардинально відрізняє її від відомих методик з детерміністською оцінкою ЕМО. Особливістю розробленої методики є визначення граничних рівнів групових впливів, при яких САРД може втратити стійкість унаслідок зменшення критерію ВСЗШ нижче припустимого значення для кожного мережного елемента. Після розрахунку ВСЗШ відповідно до розробленої методики визначаються пропускні здібності каналів і імовірнісна характеристика якості функціонування, відповідно до якої оцінюється реальна можливість функціонування мережі в сформованій ЕМО. Методика дає можливість фахівцям обґрунтовано проводити аналіз ЕМС угруповання мереж САРД, оцінювати ЕМО вже діючих мереж і розробляти рекомендації для мереж, що розгортаються, здійснювати якісне планування мереж САРД з погляду виконання умов ЕМС. Дана методика протестована і отримано акт про впровадження регламентуючої організації “Центр Укрчастотнагляд”.  6. Подальший розвиток тематики даних дисертаційних досліджень може йти в напрямку створення інженерної методики, що буде розроблена для кожного типу САРД, з розробкою кінцевого програмного продукту, що може бути зареєстрований і рекомендований для практичного використання для планування та моніторингу мереж САРД . | |