**Холод Леонід Миколайович. Оптимізація процедур вимірювання стану мережних елементів телекомунікаційних систем: дис... канд. техн. наук: 05.12.02 / Харківський національний ун-т радіоелектроніки. - Х., 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Холод Леонід Миколайович. Оптимізація процедур вимірювання стану мережних елементів телекомунікаційних систем - Рукопис.  Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 - телекомунікаційні системи і мережі – Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, 2004.  Дисертація присвячена аналізу процедур виміру, оцінки та прийняття рішення в системі управління (СУ) зв'язком. Показано, що існуючі СУ зв'язком TMN, ТІNА поки що залишаються не цілком реалізованими. Виділено три причини, що приходяться на частку метрологічної підсистеми, що стримують впровадження сучасних СУ. Ними є: затримка в одержанні статистики, завади виміру і великий набір параметрів виміру.  Виділено основні параметри вимірів. Запропоновано використовувати дві з характеристик: доступність і реакцію відповіді. Серед рекурсивних процедур оцінки параметрів виділено два основних методи: оцінки випадкової величини і випадкового процесу. Досліджено якість оцінок. Запропоновано використання для процедур виміру параметрів ТКС на фоні завад метод зниження розмірності простору представлення сигналів. Проведено аналіз впливу нелінійностей вхідних трактів прийому на ефективність багатоканальних вимірників. Показано, що при нелінійних спотворюваннях не всі компоненти вектора параметрів, від яких залежить сигнал, що спостерігається, підлягають оцінюванню. Запропоновано алгоритм оцінки параметрів цифрових каналів при неповних вимірах. Розглянуто практичне застосування запропонованих методів для ВОСП, а також проведені виміри на трасах Харківської філії ВАТ «Укртелеком». Провелено аналіз ефективності СУ при впровадженні запропонованих методів виміру. | |
| |  | | --- | | Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, в якій вирішується актуальна наукова задача вдосконалення методів вимірювання в системі управління телекомунікаційних систем. Мета та задачі роботи досягаються за рахунок використання нових в метрології рекурсивних процедур оцінювання параметрів ТКС, та вибору цих параметрів. Це дало змогу значно скоротити час затримки на вимірювання, обробку та передачу інформації СУ. Завдяки цьому можливе впровадження сучасних систем управління в повній мірі.  Крім того в дисертаційній роботі одержані такі основні результати:   * 1. Сучасні телекомунікаційні системи є складними системами, що містять метрологічні підсистеми, СУ, підсистеми забезпечення якості, підсистеми сигналізації, синхронізації і т.д. Метрологічна підсистема носить як самостійне значення, що забезпечує ОПР необхідною інформацією, так і часто відіграє підлеглу роль, входячи до складу загальної СУ в ТКС.   2. СУ зв'язком TMN, ТІNА поки ще залишаються не цілком реалізованими. Виділено три причини, які приходяться на частку метрологічної підсистеми та стримують впровадження сучасних СУ. Ними є: затримка в одержанні статистики, наявність завад виміру і велика розмірність параметрів виміру. У зв'язку з цим виникає задача оптимізації вимірювальних процедур і правильної організації вимірів.   3. Виділено основні параметри вимірів. На відміну від традиційних характеристик і параметрів запропоновано використовувати дві з характеристик: доступність і реакцію відгука.   4. Проведено формалізацію задачі вимірів. Вона складається з 4-х головних етапів: 1) вибору математичної моделі; 2) вибору рівняння спостереження; 3) вибору процедури оцінки для випадкового процесу чи випадкової величини: 4) вибору показника якості.   5. Серед рекурсивних процедур виділено два основних методи, які орієнтовано відповідно на одержання оцінки випадкової величини (методи стохастичної апроксимації) і випадкового процесу (методи фільтрації, процедури Калмана-Б’юсі, марківської нелінійної фільтрації та ін.). У першому випадку оцінка сходиться до одного значення, яке визначається, як середнє на інтервалі часу спостереження, а в другому – формується послідовність значень, що оцінюються, які характеризують одержання поточної оцінки на кожному кроці ітерації.   6. Досліджено точність оцінок. Показано, що точність оцінювання зі збільшенням обсягу вибірки зростає. При цьому вибіркові оцінки й оцінки випадкових величин сходяться до істинного значення, та зі збільшенням обсягу виборки їхня апостеріорна дисперсія асимптотично наближається до нуля. Ці оцінки можна використовувати в тих процедурах управління, де параметрами об'єктів є випадкові величини чи постійні значення.   7. Досліджено точність оцінювання випадкових процесів і показано, що основний вплив на якість оцінки визначає співвідношення рівнів сигнал/шум. Разом з тим, якість оцінки залежить також від того, на скільки відрізняються реальні параметри процесу, що оцінюється від тих, що використовуються в обраній для оцінки моделі. Чим більша ця розбіжність, тим більша похибка оцінки. Розрахунок моделі на більш широкосмуговий процес дає менші втрати, ніж для протилежного випадку, що є важливою практичною рекомендацією.      1. Розглянуто можливість використання для процедур виміру параметрів ТКС метод зниження розмірності простору представлення сигналів. Даний метод дозволить на десятки децибел підвищити ВСЗШ на вході вимірника, що тим самим підвищить вірогідність результатів вимірів.      2. Розроблено загальну структурну схему прийому - позиційного широкосмугового сигналу. При використанні - позиційної ПВП і при збігу цієї ПВП з опорною еквівалентне ВСЗШ на вході вимірника збільшується в базу раз, чим і досягається підвищення завадозахищеності прийому в базу раз.      3. Розглянуто алгоритми АКЗ і методи виміру параметрів ТКС на фоні ехо-сигналів з використанням АКЗ. Показано, що ефективність таких вимірників істотно залежить від потужності завад в ОКП і може досягати 20..30 дБ і більше. Близькі до потенційно можливих значення ВСЗШ на вході вимірника можна одержати лише при перевищенні потужності завади в ОКП на 6...10 дБ стосовно рівня завади в основному каналі. Показано, що ефективність алгоритмів АКП із збільшенням кроку обробки знижується на значну величину, 15 дБ і більше. Для практичного використання може бути рекомендовано крок у співставленні з інтервалом кореляції завади, що компенсується тотожному .      4. Розглянуто алгоритми ААР і їхнє застосування для вимірників параметрів радіочастотних систем. Показано, що існуючі на даний час методи виміру параметра *BER*не враховують наявності завад у радіочастотному каналі, наведень на вимірювальне устаткування від інших радіопередаючих пристроїв, нелінійні спотворення й ін. Унаслідок цього реальний *BER*буде значно завищено, а для досягнення необхідного параметра необхідне підвищення потужності корисного сигналу. Однак, тенденція постійного ускладнення електромагнітної обстановки припускає застосування додаткових методів завадозахисту систем і ліній зв'язку. У даній роботі пропонується використання багатоканального вимірника, здатного знизити вплив завад порядка 10 дБ .      5. Проведено аналіз впливу нелініностей вхідних трактів прийому на ефективність багатоканальних вимірників. Аналіз показав, що можна виділити три характерні випадки:- випадок слабкого впливу нелінійності, проміжний випадок, у деякому сенсі перехідний, коли рівні нелінійних спотворень складають від п'яти до десяти відсотків; крайній випадок, коли нелінійні спотворення настільки великі, що спектральна густина потужності сигналів на виході нелінійного елемента втрачає первісний вигляд, збагачуючись як високочастотними складовими, так і субгармоніками. При цьому рівні нелінійних спотворень складають більше десяти відсотків.      6. У випадку апріорної невизначеності щодо складу і властивостей вектора інформаційних сигналів при впливі мультиплікативних завад (1 та 2 вплив нелінійностей) не всі компоненти вектора параметрів, від яких залежить сигнал, що спостерігається, підлягають оцінюванню. Через нелінійний характер навіть при гаусівскій апроксимації апостеріорної густини імовірності вектора оцінюваних процесів, рівняння оцінювання є нелінійними. Запропоновано алгоритм оцінки параметрів цифрових каналів при неповних вимірах.      7. Для методу прямого виміру загасання, що вноситься оптичним кабелем, розроблена структурна схема вимірника потужності з рекурсивною обробкою результатів вимірів без статистичних накопичувань, які вимагають великих часових втрат. Даний метод обробки дозволить уникнути умов випадкового характеру параметрів оптичного інтерфейсу генератора тестового оптичного сигналу, умов узгодження джерела сигналу з волокном та ін.      8. Для виміру загасання сигналу на фоні шумів методом зворотного розсіювання запропоновано метод оцінки загасання сигналу за допомогою фільтра Калмана-Б’юсі.      9. Проведено виміри загасання сигналу на трасах Харківської філії ВАТ «Укртелеком» за допомогою метода зворотного розсіювання. У результаті експерименту було зроблено висновки про те, що із використанням фільтра Калмана-Б’юсі збільшується динамічний діапазон вимірів.      10. У контексті розвитку вимірювальних технологій упровадження технології WDM (Wavelength Division Multiplexing) призводить до необхідності використання для аналізу таких ВОСП оптичних аналізаторів спектру. Одним з методів такого аналізу запропоновано метод зниження розмірності на основі трансверсального фільтра.   Ефективність системи управління визначається ймовірносно-часовими характеристиками системи і затримками при обробці інформації. Результати аналізу залежності часу циклу опитування від кількості мережних елементів показують, що зі збільшенням кількості об'єктів, що контролюються, час циклу опитування росте, причому він тим більший, чим вища інтенсивність повідомлень, які надходять від контролерів. Різкий зріст часу циклу опитування спостерігається при кількості мережних елементів більше 100 з інтенсивністю надходження повідомлень більше 0.5 пов./с. Розрахунок показує, що без застосування рекурсивних методів оцінки параметрів ТКС при мережних елементів навіть при низькій інтенсивності надходження повідомлень пов./с час циклу опитування складає хв.   * + - 1. Затримка в контурі управління призводить до втрат якості управління тим більших, чим більша ця затримка. У тих системах, де вимоги до якості зв’язку низькі (при низьких ВСЗШ) величина затримки позначається менше. У системах з високою вимогою щодо якості ці втрати різко зростають. Це пояснюється тим, що система з високою якістю більш чуттєва. | |