**Григор'єва Тетяна Ігорівна. Математичне моделювання каналів, сигналів і систем зв'язку з використанням тензорних методів: дисертація канд. техн. наук: 05.12.02 / Українська держ. академія залізничного транспорту. - Х., 2003**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Григор'єва Т. І. Математичне моделювання каналів, сигналів і систем зв'язку з використанням тензорних методів. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи і мережі. Українська державна академія залізничого транспорту, Харків, 2003.  Дисертаційна робота присвячена розробці єдиної методології побудови математичних моделей каналів, сигналів і систем зв'язку за допомогою апарата тензорного аналізу, що розширює можливості аналізу і синтезу цих моделей. З використанням методів теорії моделей показано, що метричний тензор ріманового простору – є більш досконала і обґрунтована математична модель телекомунікаційної системи. Розроблена принципово нова процедура перетворення нелінійного сигналу до лінійного виду в рімановому просторі за допомогою поняття коваріантної похідної. Показано можливість використання теорії симплексів у сполученні з апаратом тензорного аналізу для ефективного дослідження структурних і функціональних властивостей системи зв'язку. Приведено практичну реалізацію тензорної моделі мережі і застосування цієї моделі для синтезу дейтаграмних процедур маршрутизації, що функціонують за критерієм мінімуму часу витрати на доставку інформації. | |
| |  | | --- | | 1. Дисертація присвячена розробці нової методики моделювання, аналізу і синтезу систем телекомунікацій, а також їхніх елементів з використанням єдиного математичного прийому тензорних методів. У роботі продемонстрована можливість застосування тензорного аналізу до моделювання сигналів, каналів зв'язку, функціональних і структурних властивостей телекомунікаційних систем. Більш того, тензорний підхід дозволяє одержати не тільки єдину методологію аналізу і синтезу телекомунікаційних систем і їхніх елементів, але і дозволяє вирішувати ці задачі в більш загальному вигляді при менш жорстких обмеженнях. Важливою перевагою тензорних методів є можливість збереження інваріантними ті або інші властивості системи зв'язку при різних змінах режимі. Існуючі матричні методи аналізу і синтезу таких властивостей не мають.  2. Приведено строге обґрунтування побудови відомої математичної моделі системи зв'язку - матриці інциденцій за допомогою теорії моделей. Показано недосконалість цієї моделі. При зміні порядку нумерації елементів графа мережі змінюється сигнатура моделі, тому що матриці не мають властивості інваріантості при переході від однієї системи координат до іншої, або при переході від однієї структури до іншої. При математичному моделюванні систем зв'язку доцільно використовувати тензор, що узагальнює поняття матриці і має, на відміну від матриці, властивість інваріантості при перетворенні системи координат. З використанням методів теорії моделей показано, що метричний тензор ріманового простору – є досконала і обґрунтована математична модель телекомунікаційної системи. Структура ріманового простору може бути різноманітною й ускладнюватися в залежності від режиму роботи системи зв'язку.  3. Запропоновано принципово новий метод вирішення нелінійних задач з приведенням їх до лінійного вигляду. Метод заснован на використанні невироджених взаємо обернених перетворень за допомогою коваріантного диференціювання із вихідного евклідового, де ці функції нелінійні, у ріманів простір, де вони представляються вже лінійними залежностями. У цьому просторі можуть бути виконані відповідні процедури, а отримане рішення при необхідності може бути трансльоване знову у вихідний простір. Розроблений метод лінеаризації дає можливість вирішувати різноманітні задачі. Він продемонстрован на задачах просторово-часової обробки сигналів, а також може бути використаний в адаптивних антенних решітках.  4. Показана можливість побудови математичної моделі каналу зв'язку з розсіюванням за допомогою тензора розсіювання, що узагальнює відомий метод S - матриці. Для анізотропних середовищ тензорна модель співпадає з класичними.  5. При відновленні дискретизованих полів, вперше пропонується узагальнити поняття сплайн-функції за допомогою поняття тензору, компонентами якого є сплайн-функції, що забезпечує можливість робити інтерполяції як функцій, так і полів за допомогою тензора.  6. Використовуючи тензорні методи, побудована математична модель телекомунікаційної системи, у рамках якої можна досліджувати як структурні, так і функціональні її властивості. При цьому застосовується штучний прийом представлення метричного тензора у вигляді функціональних характеристик телекомунікаційної системи, а як координати використовуються параметри окремих напрямків зв'язку: пропускні здібності, рівні навантаження та ін. Це дає можливість за рахунок перетворення системи координат здійснювати перерозподіл зазначених властивостей за обраними критеріями.  7. Представлення мережі у виді симпліціального комплексу забезпечує можливість вивчати задачі аналізу і синтезу глобальної структури мережі. Перехід від розгляду графа мережі до розгляду симплексів пропонується інтерпретувати як перехід від однієї системи координат до іншої. Показана можливість використання теорії симплексів у сполученні з апаратом тензорного аналізу для ефективного дослідження структурних і функціональних властивостей системи зв'язку.  8. Показана можливість практичної реалізації тензорної моделі для синтезу дейтаграмних процедур маршрутизації, що функціонують за критерієм мінімуму часу витрати на доставку інформації. Очевидно, не існує альтернативної методики, яка так просто і ефективно вирішувала дану задачу.  9. У роботі продемонстрована різноманітність типових для аналіза і синтеза телекомунікаційних задач, у яких адекватно застосована тензорна методологія, що дозволяє зробити висновок про можливість прийняття цієї методології в якості однієї з основних узагальнюючих відомі раніше моделі і рішення. | |