**Недзельський Сергій Денисович. Вбудована вимірювально-обчислювальна система контролю і настройки стаціонарної передаючої фазованої антенної решітки на базі решітки вимірювальних зондів у ближній зоні : Дис... канд. наук: 05.12.17 – 2006**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Недзельський С.Д. Вбудована вимірювально-обчислювальна система контролю і настройки стаціонарних передаючих ФАР на базі решіток вимірювальних зондів у ближній зоні. - Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи. - Національний аерокосмічний університет ім.. М.Є. Жуковського ”Харківський авіаційний інститут”, Харків, 2006.  Дисертаційна робота присвячена розробці і дослідженню вбудованої системи контролю і настройки лінійної ФАР за допомогою решітки вимірювальних зондів, розміщеної у ближній зоні антени. В процесі контролю вимірюються комплексні амплітуди відгуків решітки вимірювальних зондів на випромінювання ФАР.  Реконструкція матриць взаємного зв'язку випромінювачів і амплітудно-фазового розподілу здійснюється шляхом рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь, складених за результатами вимірів. Матриця коефіцієнтів передачі сигналів між випромінювачами ФАР і решіткою вимірювальних зондів вважається відомою. | |
| |  | | --- | | Основними проблемами, розв'язуваними при створенні сучасних вбудованих систем контролю стаціонарних ФАР, є:  - компенсація впливу лун-сигналів на результати вимірів;  - поділ перекручувань АФР на апертурі антени на помилки, внесені системою живлення випромінювачів, та внесені взаємними зв’язками випромінювачів у ФАР.  Наявність інформації про взаємні зв’язки випромінювачів дозволяє, з огляду на фізичні механізми утворення погрішностей, реалізувати алгоритмічну компенсацію кожного з видів погрішностей. З огляду на це в дисертаційній роботі вирішувалися задачі визначення взаємних зв’язків випромінювачів в досліджуваній ФАР і визначення коефіцієнтів передачі фазообертачів (або фазових зрушень, створюваних ними) у всіх каналах і у всіх штатних станах фазообертачів.  Об'єднання інформації про взаємні зв’язки випромінювачів та погрішності фазообертачів дозволяє реалізувати адаптацію керування ФАР з метою наближення реалізованого на апертурі антени АФР до бажаного.  У дисертаційній роботі врахована також специфіка контролю стаціонарних передаючих ФАР - наявність лун-сигналів на вимірювальній площадці. Всі алгоритми контролю ФАР адаптовані до можливої наявності лун-сигналів.  В процесі рішення поставлених задач у дисертаційній роботі отримані наступні результати.  1. Зроблено аналіз принципів побудови і функціонування ряду відомих систем контролю ФАР. Показано, що в них не враховуються взаємні зв’язки випромінювачів антен і наявність лун-сигналів на вимірювальній площадці. Сформульовано задачі на розробку вбудованої у ФАР вимірювально-обчислювальної системи, що дозволяє одержувати оцінки матриць взаємних зв’язків випромінювачів і АФР в антені в присутності лун-сигналів.  2. Оцінено можливості однозондового методу контролю характеристик стаціонарних передаючих ФАР. Показано, що, використовуючи одиночний нерухомий зонд, можна оцінити коефіцієнти передач фазообертачів у всіх їхніх станах, в тому числі й у ситуаціях, коли в досліджуваній ФАР є значні взаємні зв’язки випромінювачів, та на вимірювальній площадці присутні луни-сигнали.  Розроблено алгоритм багатозондової оцінки матриці взаємних зв’язків випромінювачів у передаючій ФАР. Збіжність і точність алгоритму перевірені імітаційним моделюванням. Показано можливість одержання незміщених і спроможних оцінок амплітуд і фаз коефіцієнтів матриці взаємних зв’язків випромінювачів. Для восьмиелементної ФАР показана можливість одержання оцінок із середньоквадратичним відхиленням, що не перевищують 2% по відносній амплітуді і 1,2 по фазі. Вірогідність отриманих результатів підтверджується результатами моделювання ситуацій з відомими, фізично очевидними результатами.  3. Розроблено метод і алгоритм контролю й адаптації керування передаючою ФАР до перекручувань АФР в реальному масштабі часу функціонування радіолокаційного засобу за допомогою решітки вимірювальних зондів, розміщеної в ближній зоні антени. Отримано алгоритми реалізації черезперіодного контролю коефіцієнтів передачі фазообертачів ФАР і корекції сигналів керування, формованих системою керування променем з метою зближення бажаних і реалізованих фазових розподілів при наявності взаємних зв’язків випромінювачів у ФАР.  Зроблено оцінку точності запропонованих алгоритмів імітаційним моделюванням процедур одержання й обробки вимірювальної інформації. Показано, що якщо відношення середньоквадратичних амплітуд напруг шуму і сигналу не перевищують , помилки у визначенні реалізованих фазообертачами фазових зрушень не перевищують 2.  Вірогідність цих результатів також підтверджена результатами моделювання ситуацій з відомими, фізично очевидними результатами.  4. Розроблено методику та наведені результати оптимізації міжелементної відстані в решітці вимірювальних зондів, а також її віддалення від досліджуваної антени за критерієм мінімізації числа обумовленості матриці коефіцієнтів передачі між випромінювачами ФАР і решітки, що визначає межі погрішності у відновлюваних характеристиках антени.  Показано, що, якщо міжелементні відстані у ФАР і решітці вимірювальних зондів співпадають, найбільш прийнятною відстанню між їхніми центрами (при збереженні паралельності апертур) є половина довжини фазованої решітки. Число обумовленості матриці коефіцієнтів передачі при цьому у восьмиелементній ФАР не перевищує 10.  Визначена необхідна точність апріорних вимірів відстаней у вимірювально-обчислювальній системі “ФАР – решітка вимірювальних зондів”. Показано, що в дециметровому і метровому діапазонах хвиль погрішність виміру міжелементних відстаней не повинна перевищувати (0,1 - 1) мм, відповідно.  5. Результати розрахунків та моделювання, наведені в роботі, якісно і кількісно підтверджують можливість організації за допомогою вбудованої вимірювально-обчислювальної системи „ФАР – решітка вимірювальних зондів” контролю з заданим ступенем точності внутрішніх характеристик ФАР: коефіцієнтів матриці взаємних зв’язків випромінювачів та вектору АФР. Вони, у свою чергу, можуть бути використані для розрахунку і контролю зовнішніх характеристик ФАР: діаграми спрямованості та її параметрів при будь-якому куті сканування і на кожній з робочих частот. | |