**Сербін Анна Володимирівна. Статистика поля в зоні Френеля круглої сфокусованої апертури : Дис... канд. наук: 05.12.07 - 2008.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Сербін А. В. Статистика поля в зоні Френеля круглої сфокусованої апертури. –**Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.07 – антени і пристрої мікрохвильової техніки. – Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, 2008.  У дисертації розвинено статистичну теорію антен (СТА) для зони Френеля круглої сфокусованої і несфокусованої апертури. Вирішено задачу визначення середньої інтенсивності поля в зоні Френеля круглої апертури при довільних відстанях фокусування і при довільних значеннях статистичних параметрів флуктуацій (дисперсій і радіусів кореляції). Знайдено аналітичні вирази для параметрів, що характеризують поздовжній розподіл середньої інтенсивності: поздовжнього розміру фокальної плями; величини і координати головного максимуму; значення її зміщення відносно фокуса; положення і рівня побічних максимумів. Досліджено особливості поздовжнього розподілу середньої інтенсивності електромагнітного поля в зоні Френеля сфокусованих і несфокусованої круглих апертур за наявності флуктуацій фази джерел різного походження. З'ясовано основні відмінності від характеру розподілу середньої інтенсивності лінійних ВС.  Досліджено флуктуації амплітуди і фази поля в зоні Френеля круглої сфокусованої апертури, а також флуктуації координат точки максимальної інтенсивності поля за наявності випадкових фазових помилок. Отримано вирази для дисперсій флуктуацій зазначених величин на фокальній сфері і уздовж фокальної осі для малих помилок і довільних значень їхнього радіуса кореляції і відстаней фокусування.  Отримано вирази для елементів кореляційної матриці флуктуацій поля в зоні Френеля. Досліджено особливості кореляційних властивостей поля в зоні Френеля. Для ряду окремих випадків: малих помилок, малих радіусів кореляції отримано в явному вигляді прості вирази для кореляційних і взаємних кореляційних функцій уявного і дійсного компонентів, а також амплітуди і фази поля.  Проведено оцінку впливу випадкових фазових помилок в амплітудно-фазовому розподілі передавальної антени на ефективність тракту безпроводової передачі енергії. Виявлено статистичні ефекти, що призводять до найбільшого зниження ККД тракту, сформульовано вимоги до допусків на точність виготовлення профілю дзеркала передавальної антени, до вибору розмірів передавальних антен і приймальної антени-ректени, а також до відстані між ними. | |
| |  | | --- | | Внаслідок дисертаційних досліджень вирішено актуальну науково-прикладну задачу подальшого розвитку статистичної теорії антен для зони Френеля круглої сфокусованої апертури за наявності фазових флуктуацій в амплітудно-фазовому розподілі, яка складалася із вивчення низки середніх характеристик (поздовжнього розподілу середньої інтенсивності, середніх коефіцієнтів фокусування і дефокусування), а також флуктуаційних та кореляційних характеристик поля, що дозволяє вже на етапі проектування визначати реальні і максимально припустимі характеристики антен з круглою апертурою у зоні Френеля з урахуванням реальних умов їхнього функціонування, а також сформулювати обґрунтовані вимоги до допусків і технології їх виготовлення.  Основні результати, отримані в дисертаційній роботі, полягають у наступному.  1. Отримано вирази, котрі описують поздовжній розподіл середньої інтенсивності поля, придатні для розрахунку середньої інтенсивності при будь-яких відстанях фокусування й будь-яких значеннях статистичних параметрів флуктуацій. Для випадків малих флуктуацій, а також малих і великих радіусів їх кореляції, вперше знайдено прості асимптотичні вирази, які значно полегшують виявлення якісних залежностей основних параметрів, що характеризують особливості поздовжнього розподілу інтенсивності від дисперсії й радіуса кореляції флуктуацій. Шляхом граничного переходу за статистичними параметрами ( або ) одержано також формули для поздовжнього розподілу інтенсивності поля круглої апертури з рівномірним і спадаючим амплітудним розподілами за відсутності флуктуацій при довільній відстані фокусування. Вивчені уперше також залежності середніх коефіцієнтів фокусування й дефокусування від статистичних параметрів флуктуацій фази й відстані фокусування.  2. Виконано детальний аналіз поздовжнього розподілу середньої інтенсивності поля в зоні Френеля круглої сфокусованої апертури при осесиметричному її збудженні. Виявлено характер впливу на них статистичних параметрів фазових флуктуацій – дисперсії і радіуса кореляції при різних відстанях фокусування. Отримано вперше аналітичні вирази для параметрів, які характеризують поздовжній розподіл середньої інтенсивності: поздовжньої ширини головної пелюстки (поздовжнього розміру фокальної плями); положення і величини головного максимуму; значення його зміщення відносно фокуса; положення і рівня побічних максимумів. Виявлено розходження статистичної теорії в зоні Френеля апертурних і лінійних ВС, а також її відмінності у порівнянні з СТА в дальній зоні.  3. Уперше отримано співвідношення для флуктуацій амплітуди і фази поля в зоні Френзеля круглої апертури та їх дисперсій на фокальній сфері і фокальній осі, а також дисперсій поздовжньої і поперечної координат точки максимальної інтенсивності поля в зоні Френеля та виявлено залежності їхніх значень від статистичних параметрів фазових помилок.  4. Уперше отримано вирази для кореляційних і взаємних кореляційних функцій дійсної і уявної частин поля в зоні Френзеля круглої апертури, а також його амплітуди і фази. Досліджено кореляційні властивості поля в поперечному відносно фокальної осі напрямку та уздовж фокальної осі. Установлено різний характер кореляційних властивостей поля уздовж цих напрямків.  5. Розвиту теорію застосовано для розв'язання низки практичних задач. Проведено оцінку ступеня впливу статистичних ефектів, зумовлених наявністю фазових флуктуацій в АФР передавальної антени, на ефективність тракту енергопостачання БЛА. Показано, що найбільш несприятливими ефектами є: зміна характеру амплітудного розподілу на апертурі ректени внаслідок флуктуацій його амплітуди, а також флуктуації напрямку головного максимуму випромінювання. Показано, що розумним вибором точності виконання профілю дзеркала, відстані між передавальною антеною і БЛА можна знизити втрати ККД тракту, зумовлені наявністю фазових флуктуацій на апертурі антени, до декількох відсотків. Якщо ж під час розробки тракту знехтувати зазначеними вище статистичними ефектами, то це може призвести до неприпустимого зниження реального ККД на 10% і більше.  6. Достовірність розроблених математичних моделей, результатів аналітичних досліджень і числового моделювання статистичних характеристик поля в зоні Френеля круглої апертури зумовлена коректною постановкою задач досліджень, використанням відомих і перевірених математичних методів і фізичних теорій, збігом результатів, отриманих шляхом граничних переходів: а) до дальньої зони, б) до зони Френеля за відсутності флуктуацій з даними, існуючими в літературі, а також можливість пояснити отримані результати, спираючись на СТА для зони Френеля лінійних антен. | |