**Ксендзук Олександр Володимирович. Авіаційно-космічні багатопозиційні радіолокаційні системи з синтезуванням апертури антени : Дис... д-ра наук: 05.07.12 - 2007.**

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| **Ксендзук О.В. Авіаційно-космічні багатопозиційні радіолокаційні системи з синтезуванням апертури антени**. – Рукопис.Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.07.12- дистанційні аерокосмічні дослідження. - Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, 2005.У дисертації розроблено теоретичні та практичні основи створення багатопозиційних систем дистанційного зондування авіаційно-космічного базування на підставі оптимізації алгоритмів просторово-часової обробки стохастичних полів. Досліджено моделі сигнальних полів у багатопозиційних РСА, розроблено принципи градієнтної оптимізації просторової конфігурації систем дистанційного зондування за різними критеріями. Створено теорію, методи та алгоритми оптимальної та квазіоптимальної сумісної обробки у багатопозиційних системах з синтезуванням апертури антени для різних моделей поверхні. Розроблено теорію, методи та алгоритми оптимального і квазіоптимального виявлення малорозмірних і просторово-протяжних об’єктів з характерними законами відбиття у багатопозиційних РСА. Створено теорію, методи та алгоритми відтворення карт висот рельєфу поверхні у багатопозиційних інтерферометричних системах з синтезування апертури антени з нестаціонарними базами для функціонально-детермінованих та стохастичних моделей відбитих сигналів. Розроблено методи та критерії вибору груп сигналів у багатопозиційних системах з синтезуванням апертури антени з урахуванням особливостей просторово-часової обробки. Досліджено доцільність використання шумоподібних сигналів у системах дистанційного зондування. Виконано аналіз принципів створення та характеристик багатопозиційних РСА, основаних на використанні сигналів, випромінених іншими радіотехнічними системами та, зокрема, навігаційними супутниками. |

 |
|

|  |
| --- |
| 1. Виконано дослідження потенційних можливостей багатопозиційних систем з синтезуванням апертури антени при дистанційному зондування поверхні. Показано, що БПРСА дозволяють вирішувати велику кількість задач ДЗ з більш високою ефективністю та якістю порівняно з існуючими і планованими бістатичними та моностатичними РСА.2. Досліджено структуру корисних сигналів, у результаті введено поняття полів середніх затримок та дельта-затримок. Розроблено методи градієнтного аналізу полів середніх затримок і дельта-затримок, що дозволяють з високою ефективністю виконати оптимізацію багатопозиційних систем ДЗ з синтезуванням апертури за критеріями, які враховують просторову роздільну здатність, вигляд зони високого розділення, енергетичні показники та ін. Невеликі вимоги щодо обчислювальної потужності при цій оптимізації дозволяють використовувати отримані методи у самоконфігуруючихся сузір’ях супутників ДЗ.3. Розроблено теорію, методи та алгоритми оптимальної і квазіоптимальної сумісної обробки у багатопозиційних РСА авіаційно-космічного базування, які складаються з набору приймачів, передавачів і прийомопередавачів, що переміщуються по незалежним траєкторіям та випромінюють різні сигнали. Результати отримано як для функціонально-детермінованих, так і для стохастичних моделей відбитого електромагнітного поля. Проаналізовано найбільш важливі випадки практичної реалізації та виконано розрахунки похибок, які виникають при сумісній обробці. Показано, що результати синтезу дозволяють оптимізувати обробку для широкого класу радіолокаційних систем дистанційного зондування, забезпечити високу стійкість отриманих результатів до різних завад, створити режими зйомки, які неможливі у моностатичних/бістатичних РСА, підвищити еквівалентну роздільну здатність.4. Створено теорію, методи та алгоритми оптимального і квазіоптимального виявлення малорозмірних і просторово-протяжних зон з характерними законами відбиття у БПРСА. Їх основою є виявлення за результатами оптимальної сумісної обробки, що дозволяє виконувати ідентифікацію малорозмірних об’єктів, забезпечити стабільність характеристик виявлювача при затіненні об’єкта для частини бістатичних пар, а також при варіаціях завадової обстановки, в умовах впливу атмосферних завад. Виконано аналітичне та чисельне дослідження якісних показників оптимальних і квазіоптимальних виявлювачів. У результаті дослідження доведено високу ефективність запропонованих методів виявлення.5. Розроблено методику та критерії вибору груп сигналів з метою підвищення якісних показників функціонування багатопозиційних РСА за рахунок забезпечення ефективного розділу сигналів при складній просторовій конфігурації багатопозиційної системи в умовах перекриття допплерівських зсувів частот та часів затримки відбитих від поверхні сигналів. Доведено, що запропоновані методи дозволяють вибрати ці групи таким чином, щоб максимізувати якість вирішення задач дистанційного зондування, мінімізувати вимоги до енергетичного потенціалу, задовольнити вимоги до смуги частот БПРСА. Результати досліджень є основою для подальшої оптимізації вибору сигналів та їх груп у багатопозиційних РСА зі складними динамічними просторовими конфігураціями з урахуванням особливостей первинної та вторинної обробки.6. Створено теорію, методи та алгоритми відтворення карт висот рельєфу поверхні багатопозиційними інтерферометричними РСА у рамках функціонально-детермінованих та стохастичних моделей відбитих сигналів. Запропоновано методи забезпечення спроможності відтворення інтерферограм, а також винесено рекомендації щодо алгоритмів вторинної обробки. Для багатопозиційних систем модифіковано алгоритми розгортки фази, а також виконано аналітичне і числове дослідження якості вирішення задач відтворення карт рельєфу. Показано, що отримані результати дозволяють створити нові та модернізувати існуючі системи радіолокаційної зйомки топографічних карт, які здатні функціонувати вдень і вночі, у складних погодних умовах та водночас отримати більшу точність оцінки висоти при більшому інтервалі однозначних вимірювань по відношенню до існуючих систем.7. Досліджено можливість і доцільність використання шумоподібних сигналів у системах дистанційного зондування. При цьому враховано особливості функціонування систем з синтезуванням апертури антени, у тому числі й багатопозиційних, запропоновано критерії вибору шумоподібних сигналів у БПРСА з урахуванням просторової конфігурації та характеру взаємного переміщення носіїв, а також особливостей просторово-часової обробки та присутності міжканальних завад. Показано, що використання таких сигналів дозволяє підвищити якісні показники функціонування систем ДЗ. Доведено можливість збільшення інтервалів однозначності вимірювань і передачі інформації за рахунок додаткової модуляції радіолокаційного сигналу.9. Виконано аналіз можливості та принципів створення БПРСА, основаних на використанні сигналів, випромінених іншими радіотехнічними системами. Особливу увагу приділено доцільності використання навігаційних систем ГЛОНАСС/GPS для дистанційного зондування поверхні. Досліджено принципи, особливості та характеристики таких багатопозиційних систем та, зокрема, виконано оцінку енергетичного потенціалу для вирішення задач дистанційного зондування, отримано оцінки роздільної здатності таких систем, наведено результати оптимального планування експерименту дистанційного зондування. Отримані результати є основою для створення та оптимізації за різними критеріями РСА, основаних на прийомі сигналів, випромінених різноманітними радіотехнічними системами. Така побудова дозволяє суттєво зменшити витрати на створення та експлуатацію систем ДЗ при збереженні високої ефективності їх функціонування.Таким чином, в дисертаційній роботі створено теоретичні та науково-методологічні основи, а також принципи практичної розробки авіаційно-космічних багатопозиційних радіолокаційних систем дистанційного зондування з синтезуванням апертури антени на підставі оптимізації сумісної просторово-часової обробки. |

 |