**Шейко Сергій Олександрович. Просторово-часові характеристики поля, розсіяного турбулентною атмосферою, та їх вплив на параметри радіотехнічних систем вимірювання профілю вітру: дис... канд. техн. наук: 05.12.17 / Харківський національний ун-т радіоелектроніки. - Х., 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Шейко С.О. Просторово-часові характеристики поля, розсіяного турбулентною атмосферою, та їх вплив на параметри радіотехнічних систем вимірювання профілю вітру.** – Рукопис.  Дисертація на здобуття ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи. – Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, 2004.  Отримано числові оцінки впливу просторово-часових характеристик поля, розсіяного турбулентною атмосферою, на коефіцієнт спрямованої дії приймальних антен РЛС вимірювання профілю вітру та середньоквадратичну помилку оцінювання середньої частоти і ширини спектра відбитих сигналів. Дослідження базуються на представленні об’єму розсіяння у вигляді сукупності парціальних джерел вторинного випромінення – лінійних ґратів. Проведено теоретичний аналіз, визначені статистичні характеристики джерел вторинного випромінення та розсіяного поля. Розраховано втрати підсилення приймальних антен. Шляхом імітаційного моделювання визначено величину розширення спектру відбитих сигналів за умов дрібномасштабного перестроювання середовища. Одержані результати дозволяють уточнити розрахунок тактико-технічних характеристик систем, зменшити енергетичні втрати, підвищити точність вимірювань метеорологічних параметрів. | |
| |  | | --- | | У дисертації вирішено актуальну наукову задачу отримання числових оцінок впливу просторово-часових характеристик поля, розсіяного турбулентною атмосферою, на коефіцієнт підсилення приймальних антен і середньоквадратичну помилку оцінювання середньої частоти і ширини спектра сигналів в РЛС вимірювання профілю вітру шляхом застосування тривимірного комплексного перетворення Фур’є для аналізу поля, розсіяного в скінченний тілесний кут. Отримані результати дозволяють уточнити розрахунок тактико-технічних характеристик РЛС вимірювання профілю вітру, зменшити енергетичні втрати в системі, підвищити точність вимірювання питомої ЕПЦ об’єму турбулентного середовища та різниці радіальних швидкостей в об’ємі розсіяння.  Основними науковими результатами роботи є такі.  1. У результаті аналізу еквівалентної структури радіолокаційної цілі визначена область просторових частот тривимірного спектра турбулентності, що беруть участь у розсіянні, й уточнено значення радіуса кореляції джерел вторинного випромінення в площині, перпендикулярній напрямку зондування. Показано, що радіус кореляції у випадку статистично ізотропного турбулентного середовища складає . Це дозволяє при розрахунках кореляційної функції розсіяного поля в площині спостереження для систем зазначеного типу скористатися двовимірним перетворенням Фур'є від розподілу потужності джерел вторинного випромінення в площині, поперечній вектору розсіяння.  2. Показано, що у випадку РЛС вимірювання профілю вітру зі зворотним розсіянням кореляційна функція поля в площині спостереження з точністю до постійного множника збігається з автозгорткою поля в апертурі передавальної антени.  Знайдено числові значення статистичних характеристик розсіяного поля – дисперсії флуктуацій рівня амплітуди, фази поля і відносного інтервалу кореляції. Ці результати дозволяють за відомими співвідношеннями розрахувати середні втрати підсилення приймальних антен.  3. При рівності апертур приймальної та передавальної антен втрати підсилення складають близько 7 дБ. Середньоквадратична помилка оцінювання середньої частоти спектра сигналів внаслідок цього фактора підвищується приблизно в 2,3 рази.  Втрати підсилення необхідно враховувати при розрахунках енергетичного потенціалу системи. Значення ЕПЦ, розраховане за величиною потужності сигналів без урахування втрат підсилення антен відрізняється від дійсного в 5 разів.  Вибір параметрів передавальних і приймальних антен метеорологічних радіолокаційних систем вимагає різних підходів. Розрахована залежність втрат підсилення приймальної антени від відношення ефективних діаметрів прий-мальної і передавальної антен, показала, що втрати підсилення приймальної антени зменшуються зі зменшенням її ефективного діаметра в порівнянні з передавальною. Тому заслуговує на увагу задача істотного зменшення бічних пелюстків діаграми спрямованості приймальної антени ціною деякого зменшення ефективної площі антени.  4.Розроблено алгоритми і програми імітаційного моделювання «миттєвих» тривимірних структур турбулентного середовища, що дозволяють однозначно зв'язати вибірку середовища в заданому об'ємі розсіяння з еквівалентною структурою джерел вторинного випромінення і розсіяним полем, а також обчислити похідні цих функцій у скінченних приростах за часом для обраної гіпотези еволюції середовища.  Шляхом імітаційного моделювання досліджено спектри відбитих сигналів при зсуві вітру і турбулентному переміщенні. Отримано модельні спектри, які за своєю структурою відповідають спектрам в натурних експериментах. В обох випадках спостерігаються спектри з багатомодовою, різко неоднорідною структурою. Багатомодові спектри спостерігаються і в тих модельних експериментах, коли розподіл швидкостей в об’ємі розсіяння обирався неперервним.  Порівняння результатів моделювання з даними натурних експериментів дозволяють зробити висновок, що «тонка» структура спектра обумовлена поточними зсувами фаз коефіцієнта відбиття лінійних ґрат, причому найбільших зсувів фаз зазнають ґрати з малими амплітудами. Похідні фаз коефіцієнта відбиття ґрат з амплітудами вище середньоквадратичних відносно невеликі і спектральні складові, обумовлені цими ґратами, створюють локальні максимуми поблизу частоти середнього доплерівського зсуву.  Найсильніший вплив на ширину спектра, крім різниці радіальних швидкостей переміщення середовища, чинять структурні зміни середовища, масштаби яких мають порядок довжини хвилі зондувального сигналу.  Додаткові зсуви частоти, обумовлені похідними фаз парціальних джерел вторинного випромінення (лінійних ґрат), носять випадковий характер і є специфічною особливістю турбулентної атмосфери як радіолокаційної цілі.  5. Шляхом імітаційного моделювання отримано кількісні оцінки розширення спектра розсіяних сигналів внаслідок похідних фаз парціальних хвиль при зсуві вітру і турбулентному русі.  При зсуві горизонтального вітру і зенітному куті додаткове розширення спектра внаслідок похідних фаз вторинних хвиль у середньому складає 30% від середньоквадратичної ширини, яка обумовлена різницею радіальних швидкостей в об'ємі розсіяння. При збільшенні зенітного кута додаткове розширення спектра зменшується і при складає 19%.  Отримано залежність відносного розширення спектра сигналу від величини зенітного кута. Цей результат дозволяє уточнити оцінки дисперсії радіальних швидкостей руху середовища в об'ємі, що розсіює хвилі.  6. У тому випадку, коли характерні масштаби турбулентних рухів в об'ємі розсіяння мають порядок довжини хвилі зондувального сигналу, додаткове розширення спектра досягає 110% від тієї ширини спектра, яка спостерігається у випадку, коли всі масштаби турбулентності однаково ймовірні.  Сумарний внесок зазначених факторів у ширину спектра розсіяних сигналів може давати відносне розширення спектра до 30%-140% від значення доплерівських зсувів частоти розсіяних сигналів. Середньоквадратична помилка оцінювання середньої частоти внаслідок розглянутих факторів розширення спектра збільшується в 1,3…2,4 рази.  7. Просторово-часові кореляційні функції поля у фокальній площині дзеркальної приймальної антени, отримані в результаті статистичної обробки даних при моделюванні, а також взаємні кореляційні функції сигналів у рознесених за кутовою координатою каналах підтверджують можливість вимірювань кутової швидкості переміщення турбулентного середовища кореляційним методом при вертикальному зондуванні.  Таким чином, розроблені моделі й алгоритми адекватно описують процеси розсіяння хвиль у турбулентній атмосфері і, з урахуванням зазначених у роботі обмежень, дозволяють розраховувати поля та сигнали в системах із заданою конфігурацією. Отримані результати досліджень дають можливість виконувати розрахунки тактико-технічних характеристик РЛС вимірювання профілю вітру з урахуванням впливу просторово-часових характеристик розсіяного поля, а також вказують на доцільні шляхи зменшення енергетичних втрат у системі, підвищення точності вимірювань і побудови алгоритмів обробки сигналів. | |