**Карташов Володимир Михайлович. Розвиток теорії та удосконалення систем радіоакустичного і акустичного зондування атмосфери: дисертація д-ра техн. наук: 05.12.17 / Харківський національний ун-т радіоелектроніки. - Х., 2003**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Карташов В.М. Розвиток теорії та удосконалення систем радіоакустичного і акустичного зондування атмосфери.** – Рукопис.  Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи. – Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, 2003.  Створено основи теорії зондувальних сигналів радіоакустичних та акустичних систем. Запропоновано адекватні конструктивні моделі радіоакустичного й акустичного локаційних каналів. Розроблені методи дослідження – аналізу і синтезу зондувальних сигналів – ґрунтуються на введеній двовимірній просторово-частотній взаємокореляційній функції звукового та електромагнітного коливань – функції розсіяння. Вивчено характеристики каналів і прийманих сигналів, що дозволило синтезувати оптимальні алгоритми функціонування расдарів, алгоритми адаптації содарів до існуючої завадової обстановки, запропонувати нові методи вимірювання параметрів атмосфери. | |
| |  | | --- | | Дисертація містить теоретичне узагальнення та нове розв’язання наукової проблеми, яка полягає у створенні підходів, моделей і методів опису та дослідження взаємодії зондувальних сигналів радіоакустичних й акустичних систем із середовищем та вирішенні на їх основі теоретичних і практичних задач аналізу, оптимізації, адаптації та побудови систем даного класу.  Основні результати роботи полягають ось у чому:  1. Виявлено тенденції розвитку систем зондування атмосфери, що використовують звукові хвилі, визначено напрями розвитку науково-методичного апарату і сформульовано основні наукові задачі, які випливають з якісного стану техніки та теорії зондування. Показано необхідність створення для розвитку теорії і практики підходів та методів дослідження, побудованих з урахуванням характерних особливостей даних систем, обумовлених унікальністю розсіювальних об’єктів. Ключовими є проблемні питання, пов’язані з дослідженням властивостей та обробленням сигналів.  2. Виявлено закономірність у формуванні розсіяного на звуці радіосигналу як взаємну кореляційну функцію по далекості випромінюваних електромагнітного та акустичного коливань. Закономірність випливає з відомих співвідношень, одержаних теоретично, і підтверджується численними експериментальними результатами. Створено адекватні конструктивні моделі інформаційних локаційних каналів – радіоакустичного та акустичного. Введено двовимірну взаємокореляційну функцію акустичного й радіосигналів, теоретично визначено її основні властивості, що передають найбільш загальні характеристики розсіяних сигналів. Задача розсіяння електромагнітної хвилі на звуці подана за допомогою апарату теорії сигналів і функціонального аналізу, внаслідок чого значно підвищується конструктивність розгляду.  Функція розсіяння, «увібравши» в себе властивості середовища взаємодії та характеристики зондувальних акустичного й електромагнітного коливань, дозволяє досить просто знаходити вид розсіяного сигналу, який відповідає різноманітним умовам. Завдяки цьому відкриваються широкі можливості для дослідження різних видів зондувальних коливань і розвитку теорії систем, що розглядаються, в цілому.  3. Розроблено методи дослідження зондувальних акустичних та електромагнітних сигналів. Подання функції розсіяння в різних математичних формах і графічно у вигляді поверхонь – тіл розсіяння, дозволяє, використовуючи різні види перерізів тіл, здійснювати ефективний аналіз зондувальних векторних радіоакустичних сигналів. Значні можливості відкриваються у зв’язку із введенням частотних зображень. Вивчено види сигналів, які найчастіше використовуються на практиці, та перспективні.  Сформульовано протиріччя, характерне для простих акустичних сигналів расдарів, та визначено основні особливості використання складних акустичних коливань. Показано можливість формування на неоднорідності, що створює звукова хвиля, оптимального фільтра, узгодженого з випромінюваним радіосигналом. Для складних сигналів у випадку узгодженої фільтрації спостерігається ефект стиску імпульсів.  4. Розроблено методи синтезу форм і оптимізації параметрів зондувальних акустичних та електромагнітних сигналів за заданою функцією розсіяння, яка відображує вимоги до каналу поширення. Вирішено задачу оптимізації параметрів квазінеперервних зондувальних коливань для расдарів і содарів, що дозволило одержувати неперервний розсіяний сигнал при випромінюваному імпульсному та поліпшити характеристики бістатичних і моностатичних систем. Синтезовано новий векторний радіоакустичний сигнал із «платоподібним» тілом розсіяння, який забезпечує інваріантність до змінюваних зовнішніх умов.  5. Представлено моделі, що описують блукання ефективних центрів відбиття розсіювальних об’єктів радіоакустичних і акустичних систем, які супроводжуються флуктуаціями амплітуди вторинної хвилі (амплітудний шум), флуктуаціями пеленга (кутовий шум), а також часу приходу сигналу (далекомірний шум). Отримано вирази для когерентної і флуктуаційної інтенсивностей розсіяного радіосигналу, які описують амплітудний шум акустичного хвильового пакета. Відомості, отримані за допомогою запропонованих моделей, необхідні при аналізі і побудові систем, розширенні їхніх інформаційних можливостей.  Розроблено методи вимірювання параметрів турбулентності атмосфери за розмірами «плями» й за статистичними характеристиками прийманого радіосигналу. Запропоновано алгоритм спільного оброблення одержуваних даних у комплексній системі расдар-содар, який дозволяє істотно зменшити похибки визначення температури атмосфери (в середньому на 0,05о – 0,5о К залежно від висоти та умов зондування) і швидкості вітру.  6. Удосконалено методику вибору потужності звукового випромінювання, з метою уникнення небажаних явищ в інтенсивних звукових хвилях, породжуваних нелінійністю середовища поширення, і методику оцінювання нелінійних енергетичних втрат. Показано, що при збільшенні потужності звукового випромінювання поряд із зростанням енергетичних втрат знижується спрямованість випромінювання, а у випадку наявності потужних сторонніх джерел звукового шуму має місце процес нелінійної їх взаємодії у середовищі, який призводить до зміни енергетичних і спектральних характеристик сигналу.  7. Розроблено методи просторової і частотної адаптації акустичних локаторів до завадової обстановки, які дозволяють суттєво підвищити їх завадозахищеність (виграш у відношенні сигнал-шум досягає 30 дБ і більше). Методи ґрунтуються на знаходженні «вікон» у просторово-кутовому і частотному розподілах інтенсивності звукових завад та їх використанні для зондування.  8. Отримано основне рівняння радіоакустичного зондування, справедливе для будь-яких форм випромінюваних коливань. Відомі раніше співвідношення дозволяють провадити енергетичний розрахунок та аналіз лише для простих сигналів із прямокутними або гауссовими обвідними.  9. Розроблено підхід і теоретичні основи синтезу оптимальних процедур оброблення прийманих коливань у расдарах. Запропоновано алгоритми для формування оцінок максимальної правдоподібності інформативних параметрів розсіяних сигналів та їх виявлення. Показано шляхи удосконалення систем і основні відмінності методів приймання, що застосовуються на практиці, від оптимальних.  Для формування оптимального вихідного ефекту на інтервалі можливих значень вимірюваного параметра опорні функції в різних точках аналізованого діапазону мають являти собою реалізації функції розсіяння для даних умов, які відображують особливості перетворення сигналу в каналі, а не копії випромінюваного радіосигналу, як це прийнято. Отримані у такий спосіб оцінки є незміщеними, тобто вільними від систематичних похибок, які характерні для відомих систем (помилки зміщення оцінювання температури досягають одиниць градусів). У випадку використання простих акустичних імпульсів та оптимальних алгоритмів оброблення не потрібне підстроювання частот сигналів під умову Брегга для усунення вказаних похибок, яке викликає значні технічні труднощі.  10. Розроблено рекомендації щодо вибору видів і параметрів зондувальних звукових та електромагнітних коливань при проектуванні радіоакустичних станцій. Рекомендації сформульовані з урахуванням особливостей поширення сигналів у каналі та оброблення їх у приймальному пристрої й ґрунтуються на виконаних у роботі дослідженнях.  Таким чином, в дисертації розвинуто новий науковий напрям, який полягає в дослідженні векторних радіоакустичних сигналів та оптимізації систем РАЗ. У світлі створеної теорії зондувальних сигналів зрозуміле тлумачення здобули відомі раніше наукові факти, виявлено нові, не помічені раніше явища, отримано актуальні, значущі результати, очевидними стали нові задачі й перспективи розвитку теорії розглядуваних систем в цілому. | |