

УДК 621.391

В.М. Влащук, Б.І. Яворський, докт. техн. наук, професор, В.В. Лесів,

А.С. Марценюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОД АДАПТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СКЛАДНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

UDC 621.391

V.M. Vlashchuk, B.I. Yavorskyi, Dr., Prof., V.V. Lesiv, A.S. Marcenjuk

ADAPTIVE FILTERING METHOD OF DIGITAL PROCESSING OF COMPLEX RADAR SIGNALS

Традиційна радіолокація базується на використанні вузькосмугових сигналів. Для таких сигналів існують усталені методи генерації, випромінювання, прийому і обробки. В умовах сучасності постійно зростають вимоги до показників ефективності та надійності радіолокаційних систем. Особлива увага приділяється підвищенню інформативності, скритності і захисту від навмисних і ненавмисних перешкод. Класичні вузькосмугові радіолокаційні станції досягли своєї межі за даними параметрами. Виникає необхідність переходу до сигналів з більш широкою смугою спектра, що дозволяє поліпшити інформативність, скритність і захищеність систем.

Одним з можливих рішень на даний момент є застосування в системах надширокосмугових сигналів. Використання НШС сигналів в радіолокації дозволяє домогтися кращих результатів у вирішенні таких основних завдань, як виявлення і розпізнавання цілей, побудова їх радіолокаційних зображень, в порівнянні з системами, які застосовують традиційні вузькосмугові коливання. Надширокосмугові радіолокаційні системи характеризуються високою роздільною і проникаючу здатність.

Однак радіолокаційне спостереження за допомогою НШС сигналів значно відрізняється від аналогічного процесу при використанні вузькосмугових сигналів. Для надширокосмугової радіолокації в більшості випадків стає недоцільним застосування теорії, яку використовують для роботи з сигналами в традиційних вузькосмугових системах. Зокрема, своєрідного підходу вимагає рішення задачі з приймання та обробки НШС сигналів.

Робота зі надширокосмуговими сигналами в радіолокаційних системах дозволяє отримати наступні переваги в порівнянні з застосуванням вузькосмугових сигналів:

Збільшується роздільна здатність і точність вимірювання відстаней до цілей; Стає можливим вести спостереження в умовах сильних завад, виявляти цілі з малою ЕПР на невеликій висоті або на поверхні суші або моря.

Зондуючий сигнал, який приймається несе інформацію не тільки про об'єкт в цілому, але і про кожного з його елементів окремо. Для коротких імпульсів ціль спостереження стає протяжним об'єктом. Тому при радіолокаційному спостереженні з використанням НШС сигналів говорять про портрет цілі – складної послідовності імпульсів, відбитих від окремих елементів цілі. Параметри даної послідовності залежить від геометрії цілі і імпульсних характеристик окремих її елементів.

Також інше трактування отримує ЕПР цілі. Ефективна площа розсіювання при спостереженні за допомогою НШС сигналів стає залежною від часу і ця залежність змінюється при зміні ракурсу.

НШС РЛС забезпечують електромагнітну сумісність з вузькосмуговими РЛС. При спільній роботі надширокосмугового радару зі звичайним вузькосмуговим локатором в смугу частот приймача останнього потрапить лише невелика частина енергії сигналу НШС радару. Постійна часу вхідної ланки вузькосмугового приймального пристрою, буде набагато більше тривалості імпульсу НШС радару. За час дії надкороткого імпульсу завада, що виникає від нього в приймачі вузькосмугового локатора, не встигне досягти помітної величини.

Перехід до використання НШС сигналів тягне за собою ряд особливостей при застосуванні традиційних вузькосмугових методів генерації, випромінювання, прийому і обробки.

Для генерації надширокосмугових сигналів використовуються методи ударного збудження антен або широкосмугових електронних приладів.

При прийомі НШС сигналів поширені два підходи: стробоскопічний метод, що виробляє масштабно-часове перетворення сигналу, і метод прямого перетворення, що обробляє сигнали в реальному масштабі часу, але вимагає для реалізації вкрай швидкодіючих широкосмугових елементів.

На відміну від вузькосмугових сигналів, у яких в ході різних перетворень (додавання, віднімання, диференціювання, інтегрування) змінюється лише амплітуда і фаза, для НШС сигналів характерна зміна не тільки цих параметрів, але ще і форми. Сигнал має занадто складну структуру, і кожен об'єкт при спостереженні з використанням НШС сигналів характеризується своїм радіолокаційним портретом. Тому стає недоцільним застосування традиційних способів обробки сигналу в РЛС за допомогою детектування і узгодженої фільтрації, так як при цьому спотворюється основна інформаційна частина НШС сигналу – його форма. Потрібне створення нових методів обробки, які максимізують співвідношення сигнал/шум.

Література.

1. Иммореев И.Я. Возможности и особенности сверхширокополосных систем // Прикладная электроника. – Харьков., 2002 г. – т. 1, № 2. – С. 122 – 140.
2. Ипатов, В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения. – М.: Техносфера, 2007. – 488 с.
3. Козлов Н. И., Логвин А.И., Сарычев В.А., Поляризация радиоволн. Поляризационная структура радиолокационных сигналов. – М.: Радиотехника, 2005. - 704 с.
4. Комп'ютерне моделювання інформаційно-аналітичних систем: Додонов О.Г., Коваль О.В., Глоба Л.С., Бойко Ю.Д. Київ: ІПРІ НАН України. 2017. 239 с.
5. Концептуальные аспекты организации IoT сетей в Украине: Уривський Л.О., Осипчук С.О. Наукоємні технології в інфокомунікаціях: обробка, захист та передача інформації: монографія / під загальною редакцією В.М. Безрука, В.В. Бранніка. Харків: ФОП Бровін О.В., 2018, 328 с. (сс. 89-112).
6. Радзиевский, В.Г. Обработка сверхширокополосных сигналов и помех / В.Г. Радзиевский, П.А. Трифонов. – М.: Радиотехника, 2009. – 288 с.
7. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов: учебник для вузов. 2-е изд. – Спб.: Питер, 2006. – 608 с.
8. Смит, Стивен, Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников, пер. с англ. А.Ю. Линовича, С.В. Витязева, И.С. Гусинского. – М.: Додэка – XXI, 2012. - 720 с.