

## ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНОГО РЕШЕТЧАТОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ МЕШАЮЩИХ ОТРАЖЕНИЙ

Ауне Бо Бо Тун, магистрант

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
Институт информационных технологий,  
г. Минск, Республика Беларусь

Бойкачев П. В. – канд. техн. наук, доцент

Согласно принципам когерентной компенсации (КК) мешающих отражений (МО), амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) устройства КК МО имеет гребенчатую структуру с зонами режекции совпадающими с зубцами энергетического спектра (ЭС) МО [1, 2]. Устройства, формирующие такие АЧХ, возможно разделить на две группы: адаптивные и неадаптивные.

К неадаптивным относятся устройства череспериодного вычитания и режекторные фильтры, но так как параметры ЭС МО (частота Доплера и ширина зубца) являются случайными, они проигрывают адаптивным устройствам КК МО.

Адаптивные устройства КК МО оценивают комплексную обратную корреляционную матрицу (КМ) фона. Одним из главных преимуществ адаптивных устройств КК МО является отсутствие слепых скоростей цели, в окрестности которой отсутствуют МО.

Стоит выделить две группы адаптивных устройств КК МО [3, 4]:

Первая – с непосредственным обращением КМ фона:

$$\mathbf{R}_1 = \mathbf{R}_\phi^{-1} = \frac{1}{E\{\mathbf{F}_\phi \mathbf{F}_\phi^{*T}\}} \quad (1),$$

где  $\mathbf{F}_\phi$  – вектор отраженных сигналов от МО за время наблюдения,  $E\{\}$  – операция усреднения (математическое ожидание произведения векторов).

Способы с непосредственным обращением КМ фона на практике вызывают сложности из-за плохой обусловленности КМ МО при низких отношениях сигнал-фон (для примера, на краю облака МО), из-за чего вводят специальные коэффициенты регуляризации, что приводит к ухудшению точности оценки КМ и увеличению времени схождения процесса адаптации.

Вторая – с непосредственной оценкой элементов обратной матрицы [3].

Способы с непосредственной оценкой всех элементов обратной КМ МО основываются на методах спектрального анализа Берга [3]. Реализованы такие способы с помощью решетчатой фильтрации (РФ) [3]. При использовании РФ обратная матрица МО представляется по формуле:

$$\mathbf{R}_\phi^{-1} = \frac{1}{2} \dot{\mathbf{W}}^{*T} \dot{\mathbf{W}} \quad (2),$$

где  $\dot{\mathbf{W}}$  – матрица оптимальных весовых коэффициентов размерность  $2N \times N$  обеслаивающего фильтра, определяется выражением.

Кроме этого, адаптивные алгоритмы можно разделить на алгоритмы с корреляционной обратной связью (КОС) и с прямой оценкой обратной корреляционной матрицы МО (без КОС) [4]. При адаптации с обратной связью автоматически корректируются параметры системы обработки сигналов тем самым оптимизируя ее, благодаря чему такие системы имеют преимущество перед адаптивными системами без обратной связи. Однако адаптация с КОС имеет и недостатки. Основными недостатками являются устойчивость и сходимостью процесса адаптации.

Подавление МО с помощью алгоритма с прямой оценкой обратной корреляционной матрицы МО будет иметь меньшую эффективность чем алгоритм с КОС, так как параметры МО, которые служат необходимыми данными для адаптации без КОС, являются не известными, а их измерение будет носить всегда случайный характер. Необходимыми данными для адаптации с КОС служат входной и выходной сигнал системы.

### Список использованных источников:

1. Охрименко, А. Е. Основы радиолокации и радиоэлектронная борьба. Ч.1. Основы радиолокации: Учеб. для высших училищ ПВО / А. Е. Охрименко. – М.: Воениздат, 1983. – Ч.1. – 456 с.
2. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория. Справочник / под ред. Я. Д. Ширмана. – М.: Радиотехника, 2007. – 510 с.
3. Джиган, В. И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и практика / В.И. Джиган. – М.: Техносфера, 2013. – 528 с.
4. Уидроу, Б. Адаптивная обработка сигналов / Б. Уидроу, С. Стирнз: пер. с англ. – М: Радио и связь, 1989. – 440 с.