

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МОДЕЛИРОВАНИЯ АДАПТИВНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ПЛОСКИХ ЦИФРОВЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

Неуймин С. С.; Жук С. Я., д.т.н., проф.

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина.*

Одной из наиболее существенных и актуальных проблем, возникающих при функционировании радиоэлектронных систем различного назначения, является снижение уровня активных помех, т.е. тех составляющих шума канала, которые являются следствием наличия в эфире других источников радиосигнала. Для ее решения широкое применение находит пространственная фильтрация сигналов, которая наиболее эффективно реализуется методами цифровой обработки сигналов на базе цифровых антенных решеток (ЦАР) [1]. В условиях сложной динамически изменяющейся обстановки пространственная фильтрация на выходе ЦАР должна быть адаптивной. Под адаптивным алгоритмом понимается рекуррентная процедура пересчета вектора весовых коэффициентов пространственного фильтра на основе поступающих измерений. Для решения задачи пространственной фильтрации необходимо выбрать наилучший метод определения весовых коэффициентов при наличии практических ограничений. Однако вопросы практической реализации данных методов в реальных системах недостаточно широко изучены. Поэтому существует необходимость исследования данных методов и поиска возможных путей практической реализации пространственной обработки сигналов в ЦАР [2].

Для исследования методов адаптации при использовании произвольных по форме плоских ЦАР был разработан программный комплекс в среде быстрой разработки приложений Embarcadero RAD Studio языке программирования Delphi, которая является одним из распространенных инструментов для моделирования алгоритмов, устройств и систем цифровой обработки сигналов.

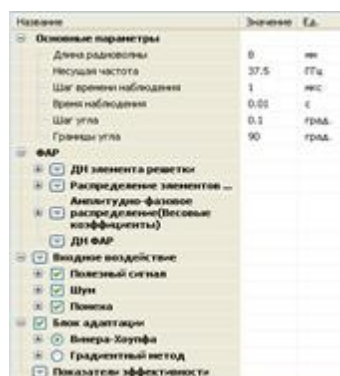


Рисунок 1. Панель-дерево

Программный комплекс состоит из двух основных компонентов: панели-дерева и блок-диаграммы. Панель-дерево представляет собой список параметров диаграммы направленности (ДН) решетки, входных воздействий, алгоритмов адаптации и служит для ввода/вывода данных, открытия дополнительных подпрограмм и графических данных (рис. 1). Блок-диаграмма содержит графический код панели-дерева (рис. 2).

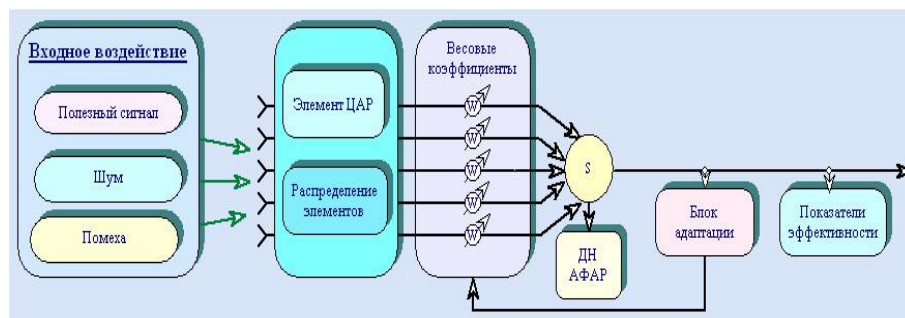


Рисунок 2. Графический код панели-дерева

Алгоритмы адаптивной фильтрации функционируют под действием внутренних или внешних тестовых сигналов — входного воздействия. В программном комплексе формирование входного воздействия, включает в себя формирование полезного сигнала по заданным параметрам, шума в элементах решетки, и различных внешних помех.

Для моделирования произвольных по форме плоских ЦАР используются подпрограммы выбора элемента антенной решетки и его ДН, распределения расстояний между элементами, установления амплитудно-фазового распределения (весовых коэффициентов). Результатом является графическое представление ДН (рис.4,а) в вертикальной и горизонтальных плоскостях, а также возможность вывода трехмерного изображения (рис.4,б).

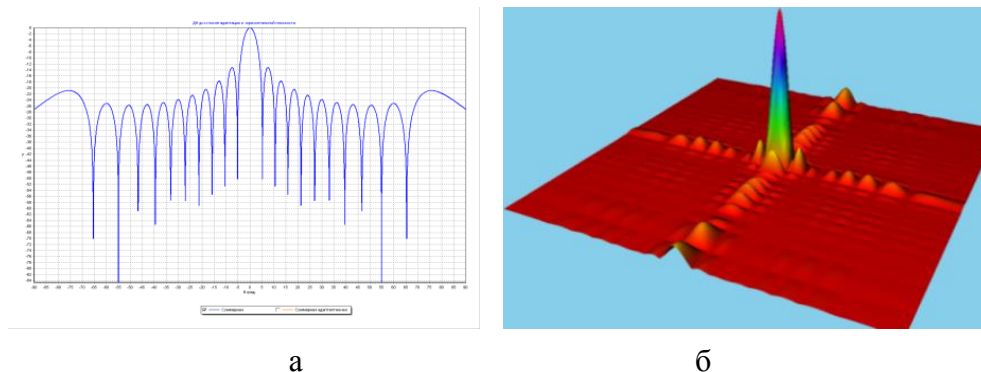


Рисунок 4. ДН ЦАР: а — плоскостное, б — трехмерное изображение

После настроек входного воздействия и моделирования характеристик исходной ЦАР проводится моделирование адаптивной фильтрации (определение весовых коэффициентов) по выбранному методу. В качестве результатов моделирования выводятся ДН до и после адаптации, процесс сходимости при адаптации, весовые коэффициенты, амплитудное и фазовое распределение на элементах и показатели эффективности алгоритма адаптивной фильтрации.

На рисунке 5 представлены ДН прямоугольной ЦАР при наличии одиночной помехи в вертикальной и горизонтальной плоскостях до и после адаптации. Использован градиентный алгоритм на основе метода наименьших квадратов. После его применения сформированная ДН имеет "нули" в направлении помехи.

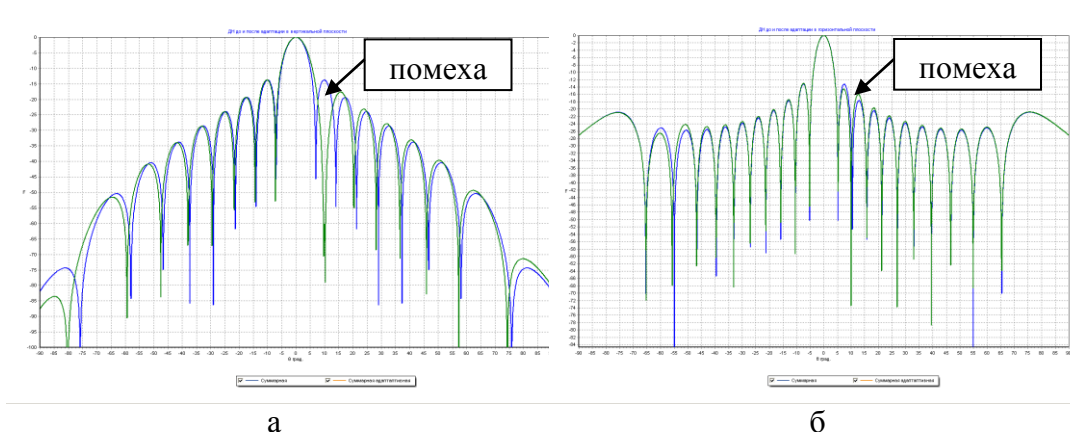


Рисунок 5. ДН ЦАР: а — вертикальної, б — горизонтальної плоскості

Разработанный программный комплекс позволяет исследовать ДН плоских ЦАР произвольной формы с заданным амплитудно-фазовым распределением или весовыми коэффициентами, а также эффективность подавления пространственных помех при использовании различных методов адаптивной фильтрации.

Перечень источников

1. Монзинго Р.А. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию. / Монзинго Р.А., Миллер Т.У. — М.: Радио и связь, 1986. — 448 с.
2. Джиган В.И. Адаптивная обработка сигналов: теория и алгоритмы. / Джиган В.И. — М.: Техносфера, 2013. — 528 с.

Анотація

Розроблений програмний комплекс дозволяє досліджувати ДН плоских ЦАР довільної форми, а також ефективність придушення просторових завад при використанні різних методів адаптивної фільтрації.

Ключові слова: програмний комплекс, цифрова антенна решітка, адаптивна фільтрація.

Анотация

Разработанный программный комплекс позволяет исследовать ДН плоских ЦАР произвольной формы, а также эффективность подавления пространственных помех при использовании различных методов адаптивной фильтрации.

Ключевые слова: программный комплекс, цифровая антенная решетка, адаптивная фильтрация.

Abstract

Developed software package allows you to explore far-field pattern flat digital antenna array freeform, and also effectiveness of spatial clutter suppression using different methods of adaptive filtering.

Keywords: software complex, digital antenna array, adaptive signal processing.