

Подход к разработке модели приёмной антенны радиолокационной станции загоризонтного обнаружения

Н. А. Куприянов, С. З. Куракин

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского
vka@mil.ru

К. А. Стуков

Войсковая часть 96876 Министерства обороны РФ
kostya210196@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается подход к разработке модели приёмной антенной радиолокационной станции загоризонтного обнаружения, функционирующей в условиях помех. Представлены основные этапы, определены входные и выходные данные, выбран способ компенсации. Предложена структурная схема модели и определен подход к разработке математической модели.

Ключевые слова: радиолокационная станция загоризонтного обнаружения; активная помеха; диаграмма направленности

I. ВВЕДЕНИЕ

Радиолокационные станции загоризонтного обнаружения (РЛС ЗГО), выполняя задачи по обнаружению целей, для обработки сигналов используют специальное программное обеспечение, которое включает в свой состав алгоритмы компенсации, позволяющие адаптировать РЛС к помеховой обстановке в условиях применения противником постановщиков активных помех (ПАП).

Вместе с тем, специальное программное обеспечение, осуществляющее компенсацию активных помех (АП), построено по принципу «чёрного ящика», что не позволяет оценить вклад системы компенсации активных помех в решение задачи обнаружения [1].

В настоящее время для исследования эффективности применяемых алгоритмов компенсации активных помех (АП), а также для оценивания результативности функционирования РЛС ЗГО применяются модели воздействия АП с различных азимутальных направлений, которые позволяют смоделировать помеховую обстановку и оценить возможности РЛС ЗГО по обнаружению целей [1, 2, 3]. Таким образом, можно определить, являются ли возможности РЛС ЗГО по компенсации заданного количества АП достаточными для выполнения задач по назначению. Подобные задачи являются актуальными как при создании новых образцов РЛС ЗГО, так и при оценивании результативности функционирующих средств.

В статье рассматривается подход, который может быть положен в основу разработки модели приёмной антенны РЛС ЗГО. В отличие от известных, в ней предлагается учитывать факторы воздействия и компенсации АП. Ниже кратко рассмотрены основные этапы предлагаемого подхода.

II. ПРЕДЛАГАЕМАЯ СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДЕЛИ

В ходе решения задачи анализа методов адаптации были изучены процессы, протекающие в адаптивных антенных решетках (ААР), способы компенсации, произведён сравнительный анализ вычислительной ёмкости, анализ глубины подавления и количества подавляемых ПАП, существующих методов компенсации АП [3, 4, 5, 6]. В результате было выявлено, что метод прямого обращения корреляционной матрицы (ПОКМ) является оптимальным по критерию максимума глубины подавления помех в ААР [6]. Кроме того, данный метод имеет простую структуру, что позволяет обеспечить его программную реализацию и предложить структурную схему модели, которая состоит из 3 основных блоков:

- блок ввода исходных данных;
- блок компенсации АП;
- блок вывода результатов.

При этом в блоке ввода исходных данных модели задаются следующие параметры:

- параметры АР;
- параметры адаптации антенны (АА);
- параметры целевого, помехового и шумового сигналов.

В блоке компенсации АП в модели выполняются основные вычисления, включающие:

- вычисление ЦФДН на основе оценки корреляционной матрицы (КМ) [7];
- обращение КМ, вычисление коэффициентов КАП и расчет произведения КПАМ на обратную ей матрицу;
- формирование провалов в ДНА в направлениях на ПАП.

В блоке вывода результатов моделирования функционирования РЛС ЗГО в условиях помех предлагается в графическом виде отображать воздействие ПАП на РЛС ЗГО.

III. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

При выборе среды программирования для реализации предполагаемой модели были рассмотрены современные средства разработки программного обеспечения. В результате был выбран пакет прикладных программ MATLAB, который, по сравнению с другими средами разработки, непосредственно ориентирован на работу с матрицами. Матричные вычисления, в свою очередь, будут составлять основную долю операций в выбранном методе КАП. Кроме того, в пакете MATLAB имеется программа Signal Processing Toolbox, которое обеспечивает широкие возможности по исследованию обработки сигналов.

Предлагается реализовать интерфейс модели в составе 2-х основных областей:

- область ввода исходных данных;
- область вывода результатов.

Предлагается в области ввода исходных данных задавать:

- параметры АР (расстояние между элементами, длина волны, число приёмных каналов);
- параметры АА (объём выборки для КМП, общий объём выборки);
- параметры целевого, помехового и шумового сигналов (угловое положение АП, угловое положение цели, амплитуда шума, амплитуда помехи, амплитуда целевого сигнала).

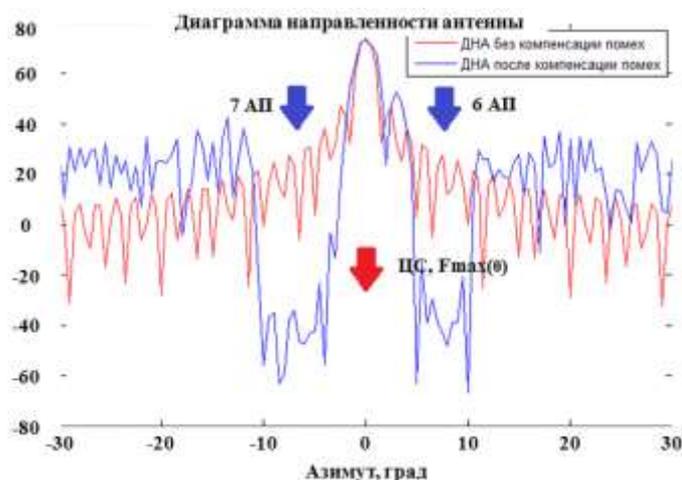


Рис. 1. Результаты моделирования ДНА в условиях воздействия АП

В области вывода результатов функционирования РЛС ЗГО в условиях помех для наглядного отображения результатов моделирования в графическом виде могут быть отображены следующие графики, характеризующие воздействие ПАП на РЛС ЗГО:

- на рис. 1: ДНА без воздействия АП; ДНА, адаптированная к помеховой обстановке при воздействии ПАП;
- на рис. 2: ОСШП до и после КАП; коэффициент улучшения ОСШП.

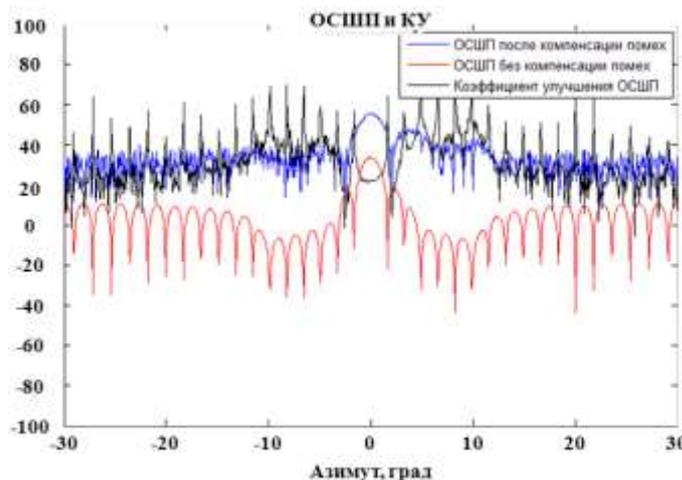


Рис. 2. Результаты моделирования ОСШП в условиях воздействия помех

При необходимости результаты моделирования могут быть представлены в виде массивов данных.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимость как проведения исследований эффективности алгоритмов компенсации АП, так и оценивания результативности функционирования РЛС ЗГО требует наличия гибкого и наглядного инструмента, позволяющего получить соответствующие данные. Предложенный в статье подход показывает основные этапы, определяет входные и выходные данные, а также в целом задаёт вектор разработки модели приёмной антенны РЛС ЗГО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Паршуткин А.В. Радиоэлектронная защита радиоэлектронных средств: Учебное пособие. СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2015. 211 с.
- [2] Григорьев В.А., Щесняк С.С., Гулюшин В.Л., Распаев Ю.А., Лагутенко О.И., Щесняк А.С. Адаптивные антенные решетки: Учебное пособие в 2-х частях. Часть 1 / Под общ. ред. В.А. Григорьева. СПб: Университет ИТМО, 2016. 179 с.
- [3] Ерохин Г.А., Чернышев О.В., Козырев Н.Д. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн / Под ред. Г.А. Ерохина. М.: Горячая линия – Телеком, 2004. 492 с.
- [4] Зырянов Ю.Т., Федюнин П.А., Белоусов О.А. Антенны. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ГТТУ», 2014. 128 с.
- [5] Нечаев Ю.Б., Борисов Д.Н., Пешков И.В. Алгоритмы диаграммообразования адаптивных антенных решеток в условиях многолучевого распространения радиоволн. Воронеж: Изд-во Научные ведомости, 2012. 10 с.
- [6] Ратынский М.В. Адаптация и сверхразрешение в антенных решетках. М.: Радио и связь, 2003. 200 с.
- [7] Чистяков В.А. Алгоритм адаптивной фильтрации помех в цифровых антенных решетках спутниковой связи. М.: Изд-во МАИ, 2019. Выпуск № 105. 13 с.
- [8] Куприянов Н.А., Кондыбаев Н.С., Куракин С.З. Алгоритм траекторной обработки информации радиолокационных измерительных комплексов на основе кластеризации методом K-MEANS // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2020. Том 12, №6. С. 4-10.