

Иванов Я.С.

Курсант

4 курс, факультет «Радиотехнические комплексы»

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны

Россия, г. Ярославль

Научный руководитель: Павлов Ю.Ю. старший

преподаватель

Старший преподаватель кафедры «Радиотехнического

вооружения»

Ярославское высшее военное училище противовоздушной

обороны

Россия, г. Ярославль

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЕНСАЦИИ ПОМЕХ ПРИ
ПРЕВЫШЕНИИ ЧИСЛА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ
КОМПЕНСАЦИОННЫХ КАНАЛОВ НАД КОЛИЧЕСТВОМ
ИСТОЧНИКОВ АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ**

Аннотация: В статье рассматриваются многоканальные автокомпенсаторы активных помех, применяемые в радиолокационных станциях военного назначения, принцип их работы. Также в статье рассматривается зависимость эффективности компенсации помех от числа дополнительных компенсационных каналов и количества источников помех. Проведена оценка эффективности многоканального автокомпенсатора помех.

Ключевые слова: многоканальный автокомпенсатор помех, радиолокационная станция, компенсация помех, активные помехи, дополнительные компенсационные каналы.

***Annotation:** The article deals with multichannel auto-compensators of active interference used in military radar stations, the principle of their operation. The article also discusses the dependence of the efficiency of noise compensation on the number of additional compensation channels and the number of interference sources. The effectiveness of the multi-channel auto-compensator interference was evaluated.*

***Keywords:** multichannel interference canceller, radar, interference compensation, active interference, additional compensation channels.*

Проблема компенсации помех в радиоэлектронных системах является актуальной. Помехи затрудняют работу всех радиоэлектронных систем. К таким системам относятся и радиолокационные станции войск противовоздушной обороны, обеспечивающие защиту воздушного пространства страны от средств воздушного нападения. Вывод из строя радиолокационных станций, лишает истребительную авиацию и зенитно-ракетные войска главного источника информации о воздушной обстановке, что создает благоприятные условия для ведения дальнейших боевых действий на территории противника. Для затруднения работы радиолокационных станций (РЛС) применяют активные помехи, излучаемые с постановщиков активных помех (ПАП). Для решения данной проблемы необходимо повышать помехозащищенность радиолокационных станций, путем применения различных устройств, обеспечивающих защиту от активных помех. К таким устройствам относятся автокомпенсаторы, работающие по принципу пространственной корреляции. Пространственная корреляция характеризует похожесть сигналов, принятых разными антеннами. При высоком уровне корреляции, становится возможным построить дополнительный приемный канал со своей отдельной антенной. Использование сигнала принятого с антенны дополнительного приемного канала, позволяет компенсировать

помеху в основном канале. Широкое применение нашел автокомпенсатор с корреляционной обратной связью, его структурная схема изображена на рис.1.

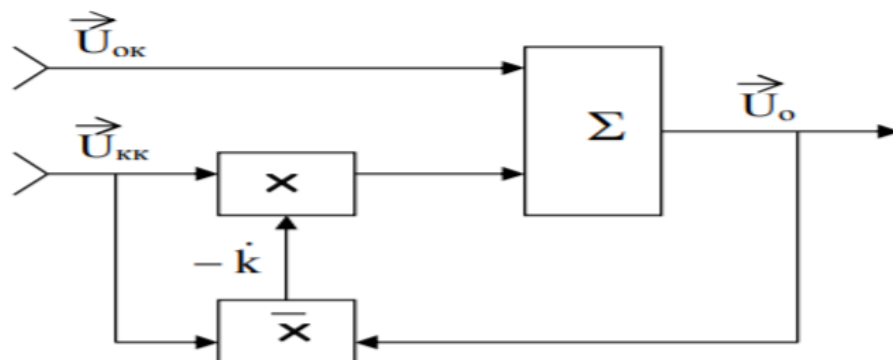


Рис 1. Автокомпенсатор с корреляционной обратной связью.

Для работы автокомпенсатор(АКП) используется компенсационная слабонаправленная антенна, охватывающая своей диаграммой направленности(ДН) боковые лепестки основной антенны. Диаграммы направленности основной и компенсационной антенны представлены на рис.2.

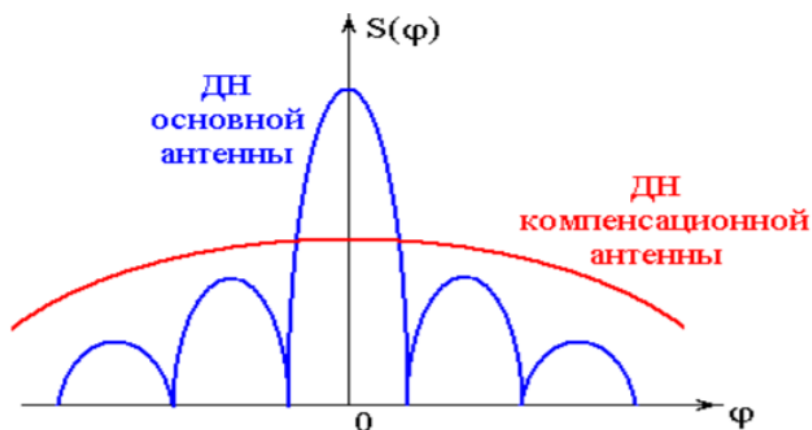


Рис 2. Диаграмма направленности основной и компенсационной антенны.

Сигналы помехи, принятые основным $U_{ок}(t)$ и компенсационным $U_{кк}(t)$ каналом поступают на сумматор, где формируется напряжение

$$U_o(t) = U_{ок}(t) - k * U_{кк}(t),$$

где k - управляющий множитель,

$U_o(t)$ -выходной сигнал АКП.

Для вычисления k используется корреляционная обратная связь(КОС). С помощью КОС вычисляется корреляционный момент, характеризующий связь выходного сигнала АКП и сигнала помехи компенсационного канала. Корреляционный момент обращается в ноль при условии полной компенсации помех. Работа АКП эквивалентна работе по формированию ДН, максимум которой направлен на цель, а минимум на источник помехи. Этот автокомпенсатор имеет ряд недостатков, главным из которых в условиях развития средств радиоэлектронной борьбы(РЭБ) является то, что при одновременном воздействии по боковым лепесткам нескольких помех, не осуществляется защита от их воздействия. Это связано с тем что амплитуда сигнала на выходах приемных каналов зависит от фаз, с которыми суммируются помехи на высоких частотах(ВЧ), а фазы в основном и дополнительном канале могут иметь различные значения. Этот недостаток был устранен в многоканальном автокомпенсаторе активных шумовых помех. Рассмотрим принцип работы многоканального автокомпенсатора(МАК) с прямым методом формирования весовых коэффициентов. К прямым алгоритмам относятся алгоритм непосредственного обращения (метод НОМ) оценочной корреляционной матрицы (КМ) помехи, рекуррентного обращения выборочной КМ и алгоритм последовательной декорреляции помехи. Для исследования используем МАК работающий по методу НОМ. Функциональная схема такого МАК представлена на рис 3.

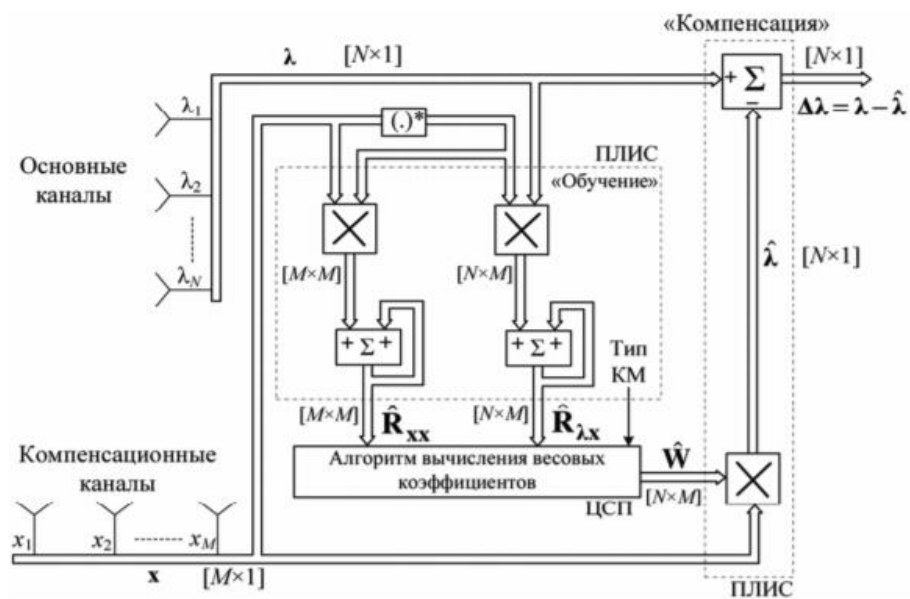


Рис 3. Функциональная схема МАК по методу НОМ

В качестве исходных данных представим, что на боковые лепестки ДН основных каналов действует несколько постановщиков АШП, излучаемые сигналы которых представляют собой стационарные гауссовские распределения. Компенсация АШП осуществляется в каждом из основных каналов независимо и представляет собой процедуру вычитания взвешенных сигналов компенсационных каналов из основного канала. При этом весовая сумма является оценкой значения АШП в данном канале, процесс получения которой осуществляется в три этапа. На первом этапе производится оценивание КМ АШП. На втором этапе применяется метод НОМ. Вычисляется оценка матрицы весовых коэффициентов w в соответствии с решением Винера-Хопфа

$$w = R_{\lambda x} R_{xx}^{-1},$$

где R_{xx}^{-1} – регуляризованная КМ

Регуляризация матрицы проводится с целью уменьшения ее обусловленности в случае превышения числа компенсационных каналов над постановщиками АШП. Большое значение обусловленности может привести к аномальным ошибкам при вычислении матрицы весовых коэффициентов. На

третьем этапе находится оценка результирующего вектора активной помехи в основных каналах и вычитается из процессов в этих каналах. Как уже говорилось ранее МАК способен подавить несколько помех, не превышающих число компенсационных каналов. Таким образом компенсация помех происходит в случае, когда количество источников помех равно или меньше количества компенсационных каналов. Применение МАК позволяет существенно уменьшить затраты, так как для достижения параметров равных МАК в обычном АКП необходимы большие затраты на увеличение мощности передатчика.

Использованные источники:

1. Григорьев В.А, Щесняк С.С, Гулюшин В.Л, Распаев Ю.А, Хворов И.А, Щесняк А.С. Адаптивные антенные решетки. Учебное пособие в 2-ух частях. Часть 1.2016.179 с.

2. Григорьев В.А, Щесняк С.С, Гулюшин В.Л, Распаев Ю.А, Хворов И.А, Щесняк А.С. Адаптивные антенные решетки. Учебное пособие в 2-ух частях. Часть 2.2016.118 с.

3. Буров В.Н, Букварев Е.А. Реализация алгоритма вычисления весовых коэффициентов многоканального компенсатора АШП на цифровом сигнальном процессоре TS201S¹

4. Ширман Я.Д, Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. 1981.416с.