

Мелибабаев Р.М.,

Курсант

4 курс, факультет «Радиотехнического вооружения»

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны

Россия, г. Ярославль

Семёнов Д.Н.,

4 курс, факультет «Радиотехнического вооружения»

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны

Россия, г. Ярославль

Аксенов А.А.,

4 курс, факультет «Радиотехнического вооружения»

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны

Россия, г. Ярославль

Научный руководитель: Майоров Виктор Николаевич

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОБСТВЕННЫХ ШУМОВ ПРИЕМНИКА НА РАБОТУ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АВТОКОМПЕНСАТОРА АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ

***Аннотация:** В данной статье раскрывается сущность влияния собственных шумов приемника на работу корреляционного автокомпенсатора, который обеспечивает защиту радиоэлектронной системы от активных шумовых помех. В качестве радиоэлектронной системы, выбрана радиолокационная станция военного назначения. Также в этой статье рассмотрены способы которые позволяют уменьшить эффект влияния активных шумовых помех на корреляционный автокомпенсатор.*

***Ключевые слова:** активные шумовые помехи, радиоэлектронная система, собственные шумы приемника, защита от помех, корреляционный автокомпенсатор, радиолокационная станция.*

Annotation: *This article reveals the essence of the effect of the receiver's own noise on the operation of a correlation autocompensator, which protects the radio electronic system from active noise interference. As a radio-electronic system, a military radar station has been selected. The article also describes ways to reduce the effect of active noise interference on the correlation auto-compensator.*

Key words: *active noise interference, radio-electronic system, receiver's own noise, interference protection, correlation auto-compensator, radar station.*

Радиолокационные станции системы ПВО, обеспечивающие радиолокационной информацией (РЛИ) средства поражения воздушных объектов подвержены влиянию активных и пассивных помех. Помехи затрудняют прием и обработку полученной радиолокационной информации, что ведет к ошибкам при наведении средств поражения и к более тяжелым последствиям таким как пропуск цели. Для защиты от активных шумовых помех в радиолокационных станциях применяются автокомпенсаторы (АКП), работающие по принципу введения дополнительной компенсационной антенны для компенсации помехи. Данные АКП также подвержены влиянию различных помех, в том числе собственных шумов приемника. Для того чтобы понять, как внутренние шумы влияют на работу корреляционного АКП рассмотрим принцип его работы. Автокомпенсатор представляет собой следящий измеритель весового коэффициента, принцип работы которого заключается в сглаживании сигнала ошибки измерения. Обобщенная структурная схема автокомпенсатора мешающих излучения (АКМИ) представлена на рис 1.

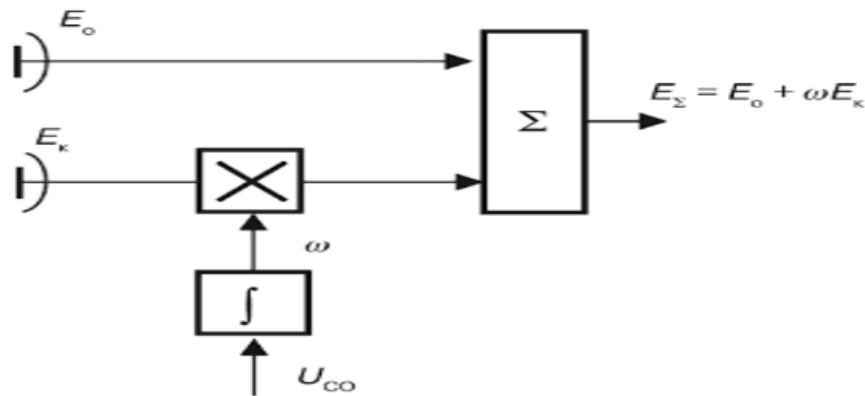


Рис 1. Обобщенная структурная схема АКМИ

В качестве сигнала ошибки используют производную критерия качества устройства обработки по измеряемому параметру:

$$U_{co} = \pm \frac{dF(\omega)}{d\omega} \quad (1)$$

Где $F(\omega)$ -критерий качества работы устройства.

Производная берется со знаком «-» или «+» в зависимости от того, что необходимо сделать с критерием качества минимизировать или максимизировать соответственно. В качестве критерия работы АКМИ используется критерий минимума мощности выходного сигнала $P_{\text{ВЫХ}}(\omega)$:

$$F_{\text{АКМИ}}(\omega) = P_{\text{ВЫХ}}(\omega) \quad (2)$$

Графики, поясняющие принцип работы следящего АКМИ :

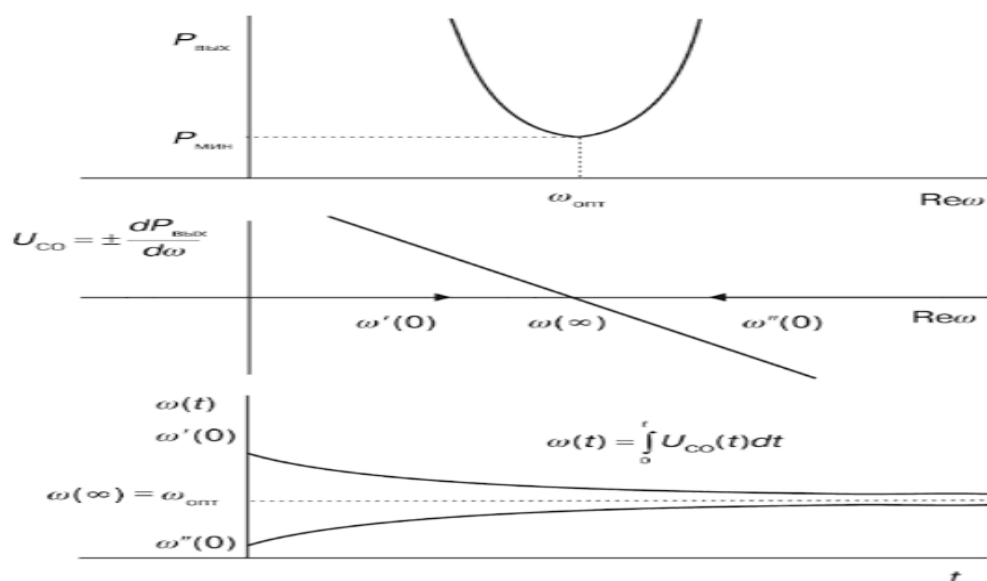


Рис 2. Принцип работы следящего АКМИ

На рис 2. $P_{\text{ВЫХ}}$ -мощность выходного сигнала автокомпенсатора, $P_{\text{МИН}}$ -минимальная мощность выходного сигнала автокомпенсатора при оптимальном значении весового коэффициента.

Из рисунка 2 видно, что при подаче на интегратор сигнала ошибки происходит автоматическая подстройка весового коэффициента до оптимального значения независимо от величины и знака расстройки. Построение АКМИ с корреляционной обратной связью представлено на рис 3.

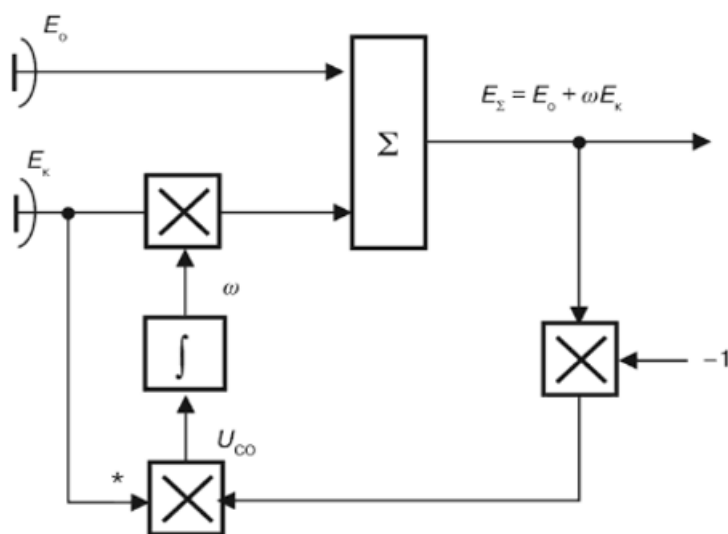


Рис 3. Структурная схема АКМИ с корреляционной обратной связью

Сигнал ошибки измерения весового коэффициента с точностью до несущественного постоянного множителя равен производной мощности выходного сигнала устройства обработки по измеряемому весовому коэффициенту и реализуется за счет корреляционной обратной связи (КОС).

Для оценки эффективности компенсации помех введем понятие «эффективность». Под эффективностью будем понимать отношение мощности сигнала помехи на входе автокомпенсатора к мощности помехи на выходе автокомпенсатора. Учитывая мощность остатков помех можно получить выражение для эффективности АКМИ:

$$\nu_{\text{ми}} = \frac{1}{1-r^2 + \frac{\sigma_k^2}{\sigma_0^2} |\Delta\omega|^2} \cong \frac{1}{1-r^2 + \left| \frac{\Delta\omega}{\omega_{\text{опт}}} \right|^2} \quad (3)$$

Где r -модуль коэффициента межканальной корреляции сигнала помехи. Потенциальная эффективность возможна при условии отсутствия ошибок самонастройки весового коэффициента и описывается выражением:

$$v_{\text{ми макс}} = \frac{1}{1-r^2} \quad (4)$$

Потенциальная эффективность зависит от модуля коэффициента межканальной корреляции(КМК) сигнала помехи, то есть чем ближе КМК к единице, тем выше эффективность компенсации. КМК обуславливается рядом факторов:

1. Конечным радиусом пространственной корреляции сигнала помехи;
2. Влиянием собственных шумов приемного канала;
3. Межканальной временной задержкой сигнала;
4. Нелинейными искажениями в трактах обмотки;
5. Неидентичностью частотных характеристик каналов приема;
6. Влиянием ошибок самонастройки автокомпенсатора.

Рассмотрим фактор под номером 2, а именно влияние собственных шумов приемного канала. Составляющая эффективности когерентной компенсации мешающих излучений, обусловленная декоррелирующим влиянием собственных шумов каналов приема:

$$v_y = \frac{1}{1-r_y^2} \approx \frac{y_h}{\sigma_{\text{ц}}} \quad (5)$$

Где $y_h = \frac{\sigma_h^2}{\sigma_{h0}^2}$ – отношение помехо-некоррелированного фона, $\sigma_h^2, \sigma_{h0}^2$ - мощность помехи и внутренних шумов соответственно. Выражение (5) означает, что при отсутствии остальных декоррелирующих факторов обеспечивается практически полное подавление внешней помехи и на выходе автокомпенсатора остается только сумма внутренних шумов основного и компенсационного каналов выражение (6):

$$P_{\text{вых}} = \sigma_{h00}^2 + \sigma_{h01}^2 = 2\sigma_{h0}^2 \quad (6)$$

Где σ_{h00}^2 -внутренние шумы основного канала, σ_{h01}^2 – внутренние шумы компенсационного канала.

Если предположить, что уровень внутренних шумов основного и компенсационного канала одинаков то получим формулу (7):

$$v_y = \frac{\sigma_h^2 + \sigma_{h0}^2}{2\sigma_{h0}^2} \approx \frac{\sigma_h^2}{2\sigma_{h0}^2} = \frac{y_h}{2} \quad (7)$$

Исходя из формулы (7) можно сделать вывод, о том, что при отсутствии ошибок самонастройки весового коэффициента внутренние шумы не приведут к ухудшению подавления внешней коррелированной помехи, однако происходит ухудшение сигнал/помеха на выходе автокомпенсатора за счет добавления внутренних шумов компенсационного канала приема. Также внутренние шумы влияют на флуктуационные ошибки самонастройки весового коэффициента за счет некомпенсированной части выходного сигнала автокомпенсатора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоус А.И., Мерданов М.К., Шведов С.В. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. Книга 1. Техносфера Москва 2016. 679с
2. Белоус А.И., Мерданов М.К., Шведов С.В. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. Книга 2. Техносфера Москва 2016. 729с
3. Акиншин Н.С., Быстров Р.П., Новиков А.В. Расширение динамического диапазона обработки входных сигналов в помеховом канале РЛС с АФАР.
4. Мельситов В.А., Плугатарь Г.Ф. Исследование автокомпенсатора активных шумовых помех: Метод. Указания к лаб. Работе по дисциплине «Системы радиолокации». БГУИР 2003. 19с.