

РАДИОТЕХНИКА, СИСТЕМЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ, АНТЕННЫ И УСТРОЙСТВА СВЧ

УДК 621.396.96

С.В. Катин, А.В. Кашин, В.А. Козлов, А.Л. Кунилов

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ СТАНЦИЙ БЛИЖНЕЙ РАДИОЛОКАЦИИ С СШП-ШУМОВЫМИ СИГНАЛАМИ

Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова

Исследована потенциальная помехоустойчивость СШП-шумовых РЛС с обработкой сигналов взаимно-корреляционным методом и методом двойного спектрального анализа при воздействии широкого класса активных преднамеренных и непреднамеренных помех. Получены численные оценки коэффициентов подавления для рассматриваемых видов активных помех и определены наиболее опасные из них.

Ключевые слова: СШП-шумовые РЛС, активные помехи, помехоустойчивость, компьютерное моделирование.

Введение

Сложность электромагнитной обстановки, обусловленная расширением номенклатуры используемых излучающих радиоэлектронных средств (РЭС), а также совершенствованием технических средств и методов ведения радиоэлектронной борьбы (РЭБ), приводит к необходимости поиска новых принципов построения радиолокационных систем, обладающих высокой скрытностью, электромагнитной совместимостью (ЭМС), помехоустойчивостью и информативностью.

Одним из перспективных направлений построения РЛС ближнего обнаружения с подобными характеристиками является применение СШП-шумовых сигналов, обеспечивающих потенциальную возможность однозначных и высокоточных измерений дальности и скорости объектов. Согласно существующему определению, к СШП-сигналам относятся такие сигналы, отношение ширины спектра которых к центральной частоте спектра превышает 0,25 [1]. Обработка шумовых СШП-сигналов в РЛС может осуществляться как взаимно-корреляционным методом (ВКО), так и методом двойного спектрального анализа (ДСА) [2].

Метод ВКО основан на сравнении в каналах дальности коррелятора отражённого сигнала с задержанной копией зондирующего сигнала и является традиционным при создании оптимальных приёмников большинства типов РЛС с узкополосными сигналами.

Метод ДСА построен на принципе измерения спектра модуляции спектра суммарного сигнала передатчика и отражённого сигнала. Первые публикации по данному принципу относятся к середине 60-х годов прошлого века, когда была теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность обработки шумоподобных сигналов методом ДСА [2]. Предложенный метод получил дальнейшее развитие в работах, посвящённых оценкам точностных и энергетических характеристик РЛС, проблемам борьбы с отражениями от местных предметов, и т.д. [3-5]. В настоящее время в связи с развитием цифровой и микропроцессорной техники метод ДСА рассматривается как наиболее перспективный.

Несмотря на увеличение количества публикаций по тематике СШП-шумовой радиоло-

кации, в открытой печати отсутствуют сведения о завершённых разработках образцов РЛС. Осторожность в подходе к практическому применению данных сигналов в радиолокационной аппаратуре обусловлена, не в последнюю очередь, отсутствием информации о возможной потере её работоспособности при воздействии активных помех, создаваемых как излучающими СВЧ РЭС (РЛС, РРЛ, GPS, ГЛОНАСС, сотовая связь и т.д.), так и средствами радиоэлектронного противодействия (РЭП) в условиях ведения РЭБ.

Целью настоящей работы является представление результатов исследований потенциальной помехоустойчивости СШП-шумовых РЛС ближнего обнаружения, полученных в рамках решения задач обеспечения их ЭМС и РЭБ.

Исследования проводились с помощью компьютерного моделирования для двух вариантов построения СШП-шумовых РЛС: с обработкой сигнала методом ДСА и методом ВКО. Ширина спектра шумового зондирующего сигнала составляла $\Delta f_0 = 0,3$ ГГц при центральной частоте $f_0 = 1$ ГГц, дальность до цели - $R = 5$ м. По результатам моделирования оценивались численные значения коэффициентов подавления для всех рассматриваемых видов помех (отношение помеха/сигнал на входе РЛС, при котором на выходе сигнал примерно равен помехе).

В качестве моделей сигналов излучающих СВЧ РЭС использовались:

- непрерывный шумовой сигнал (НШ) с $f_0 = 1$ ГГц и $\Delta F_{\text{НШ}} = 50$ МГц;
- импульсно-модулированный сигнал (ИМ) с несущей частотой $f_0 = 1$ ГГц, длительностью радиоимпульса $\tau_u = 1$ мкс и периодом следования $T_{\text{сл}} = 10$ мкс.

Предполагалось, что станция РЭП создаёт помехи следующего вида [6]:

- заградительная непрерывная шумовая помеха (НШП) во всей полосе СШП-шумовой РЛС;
- заградительная импульсно-шумовая помеха (ИШП) во всей полосе СШП-шумовой РЛС с длительностью импульса $\tau_u = 1$ мкс, периодом следования $T_{\text{сл}} = 10$ мкс;
- заградительная непрерывная ЧМ-помеха (ЧМП) с перестройкой частот по всему диапазону за время $T_{\text{ЧМ}} = 5$ мкс;
- ретранслированная помеха (РП) с задержкой зондирующего сигнала в станции РЭП на время $\tau_3 = 0,1$ мкс.

Для повышения достоверности получаемых результатов моделирование осуществлялось сериями по десять запусков в каждой.

СШП-шумовая РЛС с обработкой сигнала методом ДСА

Функциональная схема СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ДСА приведена на рис. 1.

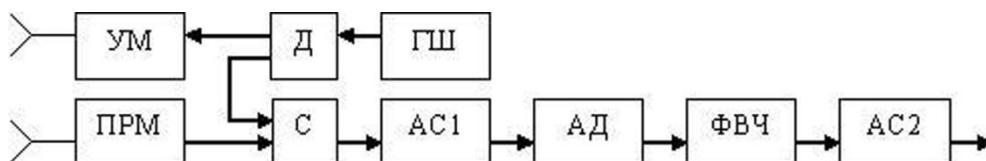


Рис. 1. Функциональная схема СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ДСА

На схеме (рис. 1) приняты следующие обозначения: ГШ – задающий генератор шума; Д – делитель сигнала; УМ – выходной усилитель мощности передатчика; ПРМ – широкополосный приёмник; С – сумматор сигнала передатчика с выходным сигналом ПРМ; АС1 – анализатор спектра последовательного типа; АД – амплитудный детектор; ФВЧ – фильтр верхних частот; АС2 – анализатор спектра параллельного типа.

Метод ДСА основан на процедуре определения спектра модуляции спектра суммарного сигнала ГШ и отражённого сигнала на выходе сумматора С, реализуемой последовательным

АС1 и параллельным АС2 анализаторами спектра. Подробно принцип работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ДСА рассмотрен в [5].

Разработанная на основе функциональной схемы рис. 1 структурная схема модели СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ДСА представлена на рис. 2.

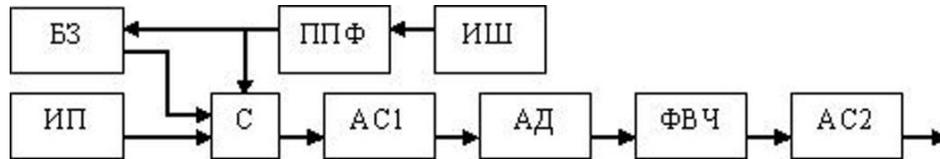


Рис. 2. Структурная схема модели СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ДСА

На схеме рис. 2 приняты следующие обозначения: ИШ – источник нормального «белого» шума; ППФ – полосно-пропускающий фильтр; БЗ – блок задержки; ИП – источник помех; С – сумматор; АС1 – анализатор спектра последовательного типа; АД – амплитудный детектор, ФВЧ – фильтр высокой частоты, АС2 – анализатор спектра параллельного типа.

Результаты моделирования, поясняющие метод ДСА, приведены на рис. 3.

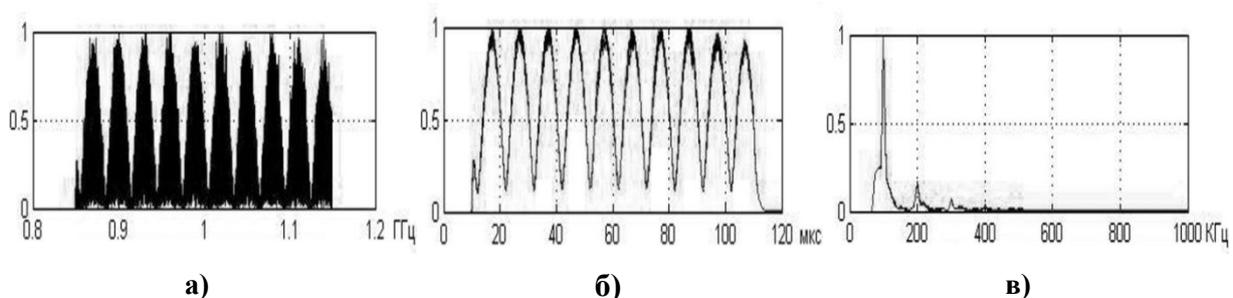


Рис. 3. Результаты моделирования:

a – спектр на выходе сумматора С; *б* – осциллограмма на выходе АД; *в* – спектр на выходе ФВЧ

Как видно на спектрограмме рис. 3, *a*, спектр суммарного сигнала сгруппирован относительно центральной частоты спектра зондирующего сигнала $f_0 = 1$ ГГц, при этом расстояние (период модуляции спектра) Δf_C между его максимумами составляет $\Delta f_C = 30$ МГц.

Осциллограмма рис. 3, *б* отражает перенос модуляции спектра суммарного сигнала из частотной области во временную с помощью последовательного анализатора спектра АС1 (перестраиваемого по частоте узкополосного фильтра) и последующее выделение огибающей с помощью АД. Время перестройки (анализа) АС1 T_A составляло $T_A = 100$ мкс.

На рис. 3, *в* приведён спектр колебания на выходе ФВЧ, регистрируемый параллельным анализатором спектра АС2. Частота этого колебания f_M определяется по формуле [2]

$$f_M = \frac{2RS_S}{c}$$

и для дальности $R = 5$ м и скорости перестройки $S_S = \Delta f/T_A = 3$ МГц/мкс составляет $f_M = 100$ кГц.

СШП-шумовая РЛС с обработкой сигнала методом ВКО

Функциональная схема СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ВКО приведена на рис. 4.

На схеме (рис. 4) приняты следующие обозначения: ГШ – задающий генератор шума; Д – делитель сигнала ГШ; УМ – выходной усилитель мощности передатчика; ШЛЗ – широкополосная многоотводная линия задержки; ПРМ – широкополосный приёмник; МК – многоканальный коррелятор.

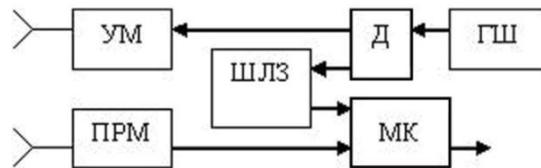


Рис. 4. Функциональная схема СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ВКО

Метод ВКО основан на принципе определения взаимно-корреляционной функции отражённого и опорного сигналов, реализуемом многоканальным коррелятором.

Разработанная на основе функциональной схемы рис. 4 структурная схема модели СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ВКО представлена на рис. 5.

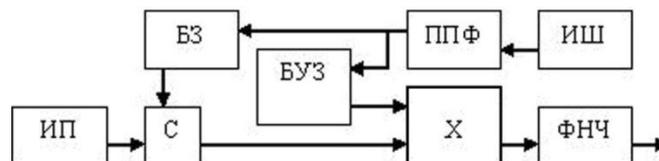


Рис. 5. Структурная схема модели СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ВКО

На схеме (рис. 5) приняты следующие обозначения: ИШ – источник нормального «белого» шума; ППФ – полосно-пропускающий фильтр; БЗ – блок задержки; ИП – источник помех; С – сумматор; БУЗ – блок управляемой задержки; Х – перемножитель, ФНЧ – фильтр низкой частоты.

При проведении моделирования исследовалась взаимно-корреляционная функция, полученная по результатам анализа напряжений на выходе каналов дальности МК.

Результаты моделирования, поясняющие метод ВКО, приведены на рис. 6.

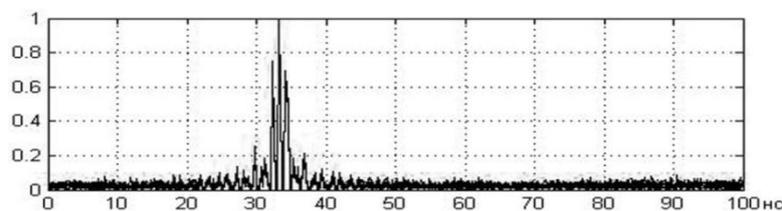


Рис. 6. График взаимно-корреляционной функции

Как видно на графике (рис. 6), на всём интервале задержек МК наблюдается только один корреляционный максимум, соответствующий каналу дальности $R = 5$ м.

Непрерывно-шумовая помеха (НШ) в полосе частот $\Delta F_{ш} = 50$ МГц

Данная модель помехи имитирует излучение РЭС типа РРЛ и станций сотовой связи.

Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ДСА приведены на рис. 7.

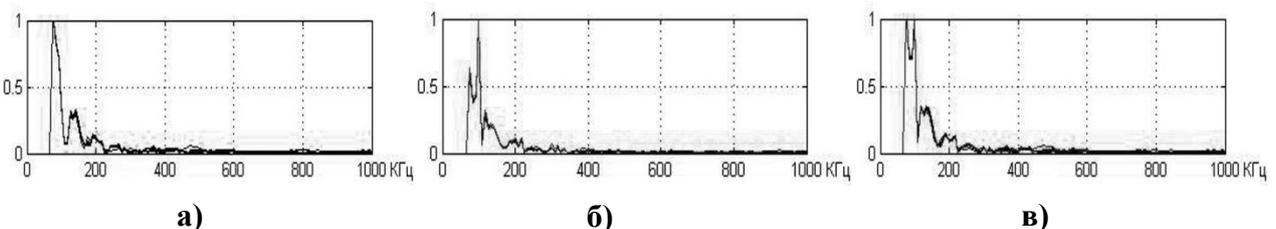


Рис. 7. Спектры сигналов и помех на выходе ФВЧ:

а – на входе только помеха; б – на входе сигнал плюс помеха; в – на выходе сигнал/помеха = 1

На рис. 7, *а* видно, что спектр помехи на выходе ФВЧ имеет огибающую вида $\sin x/x$ с максимумом на частоте среза ФВЧ $F_{ФВЧ} = 60$ кГц.

Спектр на рис. 7, *б* имеет два максимума, из которых один находится на частоте $F_M = 100$ кГц, соответствующей дальности $R = 5$ м, второй - на частоте $F_{ФВЧ} = 60$ кГц и обусловлен наличием помехи. При этом отношение помеха/сигнал на входе составляет 10 дБ.

На рис. 7, *в* сигнал и помеха на выходе ФВЧ примерно равны, при этом отношение помеха/сигнал на входе составляет 16 дБ и является предельным.

Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ВКО приведены на рис. 8.

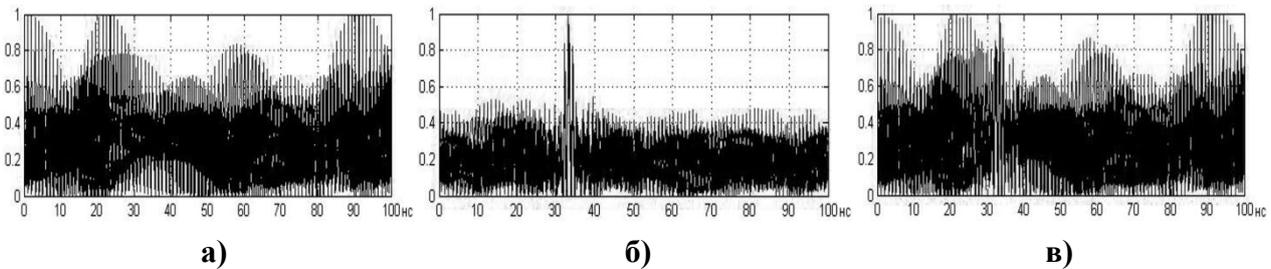


Рис. 8. Графики взаимно-корреляционной функции:

а – на входе только помеха; *б* – на входе сигнал плюс помеха; *в* – на выходе сигнал/помеха = 1

График взаимно-корреляционной функции, приведённый на рис. 8, *б*, построен при отношении помеха/сигнал на входе, равном 18 дБ, на рис. 8, *в* – при отношении 24 дБ (предельный уровень). Сравнение графиков рис. 8 показывает, что с увеличением уровня помех возрастают корреляционные шумы, обусловленные взаимодействием двух не коррелированных между собой узко- и широкополосного случайных процессов.

Импульсно-модулированная помеха (ИМ) ($f_0 = 1$ ГГц, $\tau_u = 1$ мкс, $T_{сл} = 10$ мкс)

Данная модель помехи имитирует излучение РЭС типа радиоимпульсных РЛС, GPS и ГЛОНАСС. Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ДСА приведены на рис. 9.

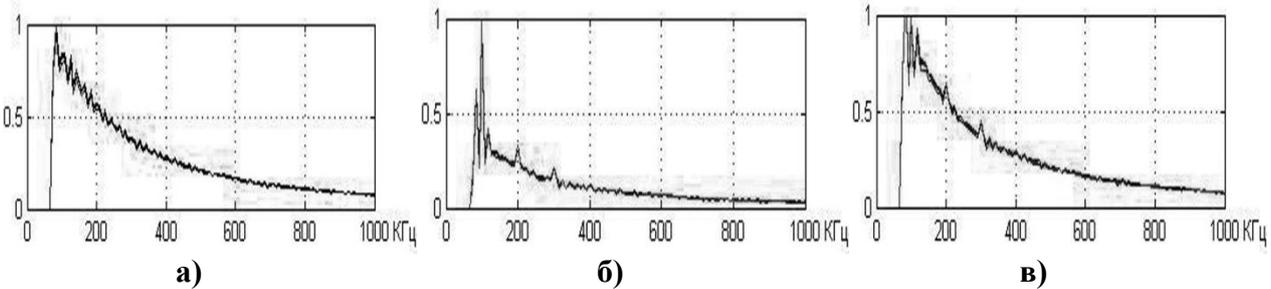


Рис. 9. Спектры сигналов и помех на выходе ФВЧ:

а – на входе только помеха; *б* – на входе сигнал плюс помеха; *в* – на выходе сигнал/помеха = 1

На рис. 9, *а* видно, что спектр на выходе ФВЧ имеет монотонно спадающую огибающую с максимумом на частоте среза ФВЧ $F_{ФВЧ} = 60$ кГц.

Спектр на рис. 9, *б* имеет максимумы на частоте среза ФВЧ $F_{ФВЧ} = 60$ кГц и частотах $F_M = 100$ кГц, 200 кГц, 300 кГц, соответствующих дальностям $R = 5$ м, 10 м и 15 м. При этом отношение помеха/сигнал на входе составляет 14 дБ.

На рис. 9, *в* сигнал и помеха на выходе ФВЧ примерно равны, при этом отношение помеха/сигнал на входе составляет 24 дБ и является предельным.

Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ВКО приведены на рис. 10.

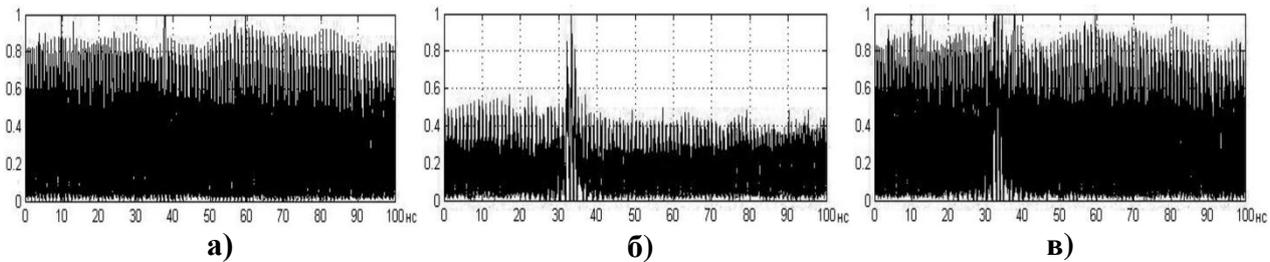


Рис. 10. Графики взаимно-корреляционной функции:

a – на входе только помеха; *б* – на входе сигнал плюс помеха; *в* – на выходе сигнал/помеха = 1

График взаимно-корреляционной функции, приведённый на рис. 10, *б*, построен при отношении помеха/сигнал на входе, равном 18 дБ, на рис. 10, *в* – при отношении 34 дБ (предельный уровень). Сравнение графиков рис. 10 показывает, что с увеличением уровня помехи возрастают корреляционные шумы, обусловленные взаимодействием двух некоррелированных между собой узкополосного детерминированного сигнала и широкополосного случайного процесса.

Непрерывно-шумовая помеха (НШП) в полосе частот $\Delta F_{\text{ш}} = 0,3$ ГГц

Данная помеха излучается станцией РЭП и является заградительной. Модель данной помехи может быть использована также при исследовании стойкости СШП-шумовых РЛС к перекрёстным помехам при одновременной работе их в составе ансамбля.

Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ДСА приведены на рис. 11.

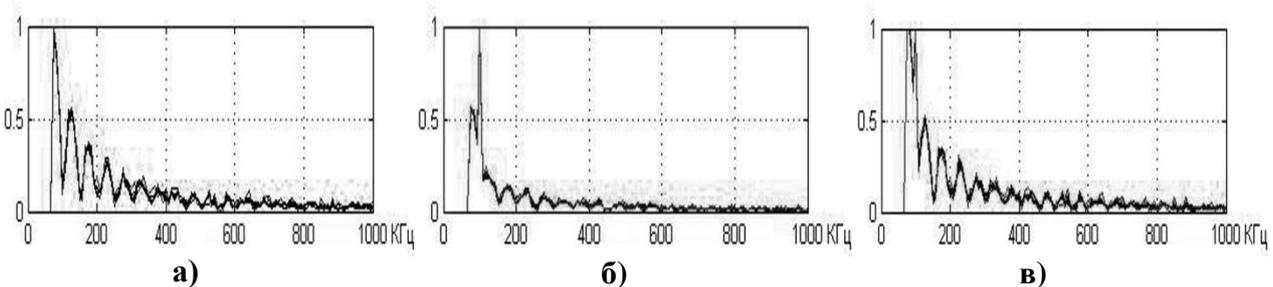


Рис. 11. Спектры сигналов и помех на выходе ФВЧ:

a – на входе только помеха; *б* – на входе сигнал плюс помеха; *в* – на выходе сигнал/помеха = 1

На рис. 11, *a* видно, что при наличии помехи спектр на выходе ФВЧ имеет огибающую вида $\sin x/x$ с максимумом на частоте среза ФВЧ $F_{\text{ФВЧ}} = 60$ кГц.

Спектрограмма, приведённая на рис. 11, *б*, получена при отношении помеха/сигнал на входе, равном 6 дБ, на рис. 11, *в* – при отношении 10 дБ (предельный уровень).

Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ВКО приведены на рис. 12.

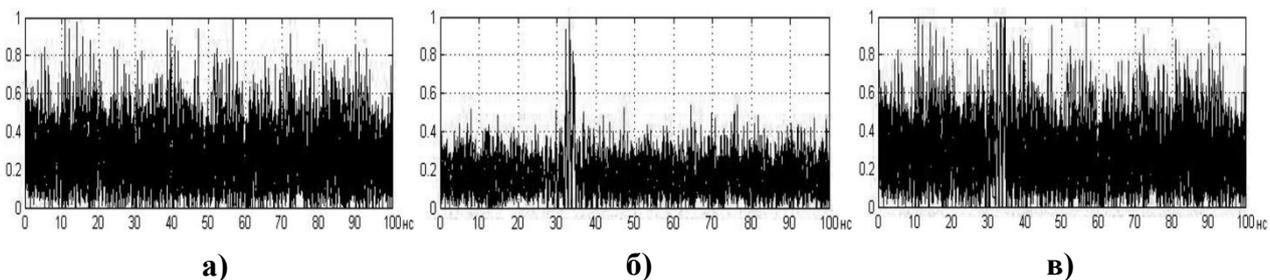


Рис. 12. Графики взаимно-корреляционной функции:

a – на входе только помеха; *б* – на входе сигнал плюс помеха; *в* – на выходе сигнал/помеха = 1

График, приведённый на рис. 12, б, построен при отношении помеха/сигнал на входе, равном 17 дБ, на рис. 12, в – при отношении 21 дБ (предельный уровень).

Сравнение графиков рис. 12 с графиками рис. 8 показывает, что с расширением спектра шумовой помехи возрастают корреляционные шумы, обусловленные взаимодействием двух не коррелированных между собой широкополосных случайных процессов.

Импульсно-шумовая помеха (ИШП) в полосе $\Delta F_{\text{ш}} = 0,3$ ГГц ($\tau_{\text{И}} = 1$ мкс, $T_{\text{СЛ}} = 10$ мкс)

Данная помеха излучается станцией РЭП и является заградительной.

Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ДСА приведены на рис. 13.

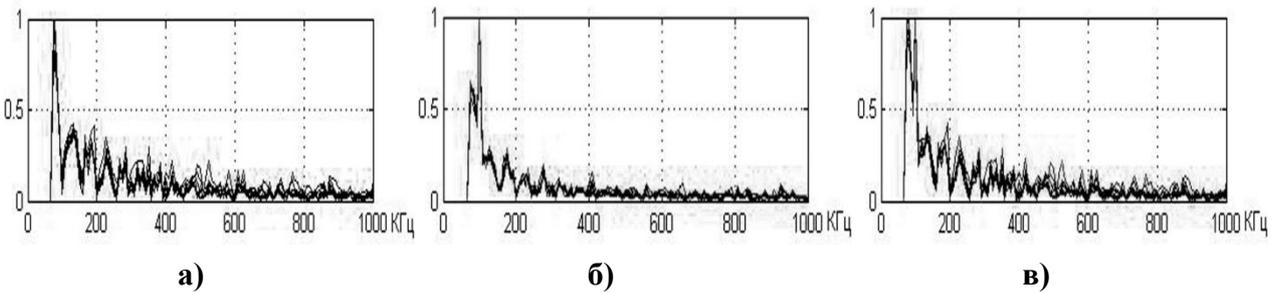


Рис. 13. Спектры сигналов и помех на выходе ФВЧ:

а – на входе только помеха; б – на входе сигнал плюс помеха; в – на выходе сигнал/помеха = 1

Спектрограмма, приведённая на рис. 13, б, получена при отношении помеха/сигнал на входе, равном 17 дБ, на рис. 13, в – при отношении 19 дБ (предельный уровень).

Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ВКО приведены на рис. 14.

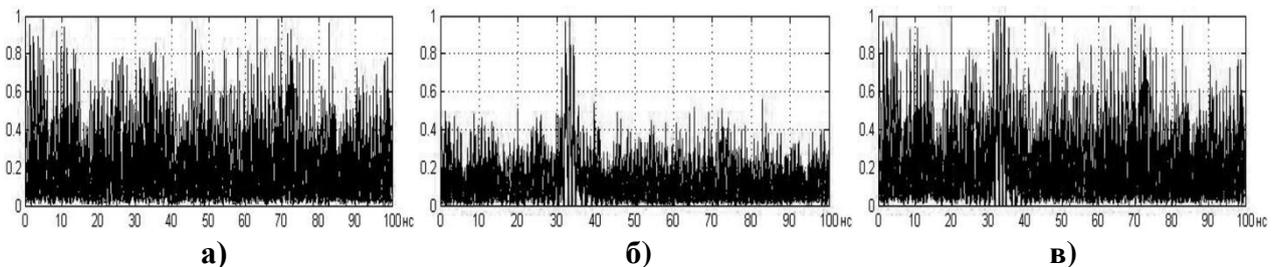


Рис. 14. Графики взаимно-корреляционной функции:

а – на входе только помеха; б – на входе сигнал плюс помеха; в – на выходе сигнал/помеха = 1

График, приведённый на рис. 14, б, построен при отношении помеха/сигнал на входе, равном 21 дБ, на рис. 14, в – при отношении 27 дБ (предельный уровень). Взаимно-корреляционная функция имеет единственный максимум.

Непрерывная ЧМ-помеха (ЧМП) в полосе $\Delta F_{\text{ш}} = 0,3$ ГГц ($T_{\text{ЧМ}} = 5$ мкс)

Данная помеха излучается станцией РЭП и является заградительной.

Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ДСА приведены на рис. 15.

Спектрограмма, приведённая на рис. 15, б, получена при отношении помеха/сигнал на входе, равном 10 дБ, на рис. 15, в – при отношении 14 дБ (предельный уровень).

По форме спектрограммы, приведённые на рис. 15, близки к приведённым на рис. 13 для непрерывно-шумовой помехи в полосе частот $\Delta F = 0,3$ ГГц.

Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ВКО приведены на рис. 16.

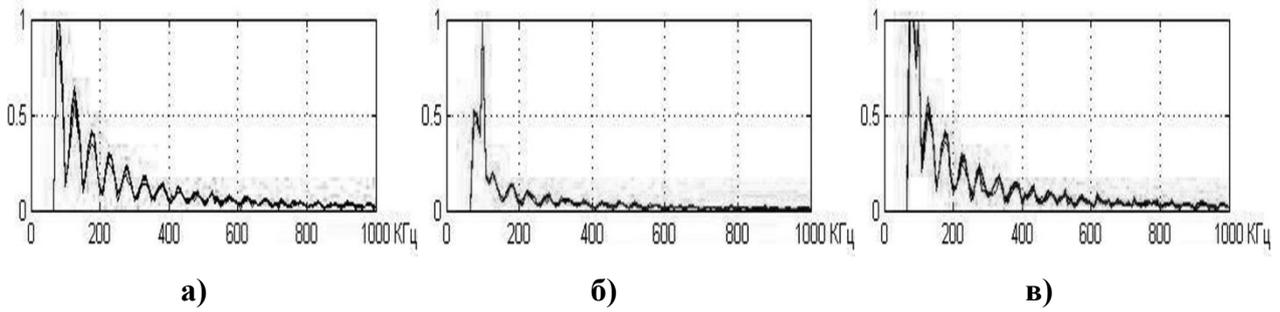


Рис. 15. Спектры сигналов и помех на выходе ФВЧ:

a – на входе только помеха; *б* – на входе сигнал плюс помеха; *в* – на выходе сигнал/помеха =1

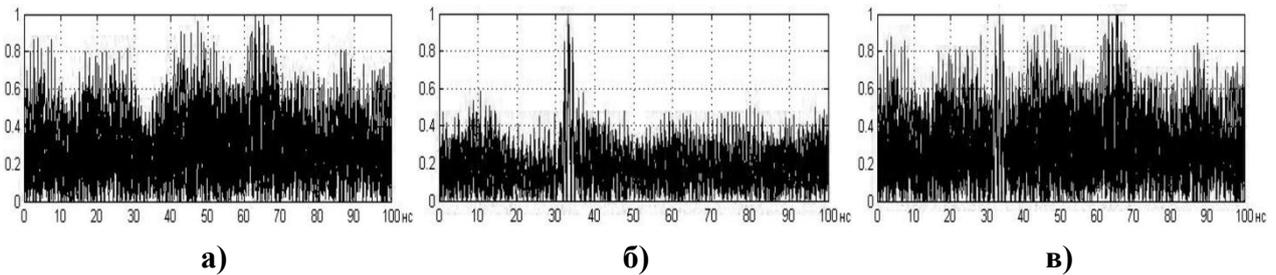


Рис. 16. Графики взаимно-корреляционной функции:

a – на входе только помеха; *б* – на входе сигнал плюс помеха; *в* – на выходе сигнал/помеха =1

График, приведённый на рис. 16, *б*, построен при отношении помеха/сигнал на входе, равном 19 дБ, на рис. 16, *в* – при отношении 25 дБ (предельный уровень). Взаимно-корреляционная функция имеет единственный максимум.

Ретранслированная помеха ($\tau_3 = 0,1$ мкс)

Данная помеха формируется станцией РЭП из принимаемого зондирующего сигнала РЛС. Задержанный и усиленный в станции РЭП принятый сигнал переизлучается в направлении на СШП-шумовую РЛС.

Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ДСА приведены на рис. 17.

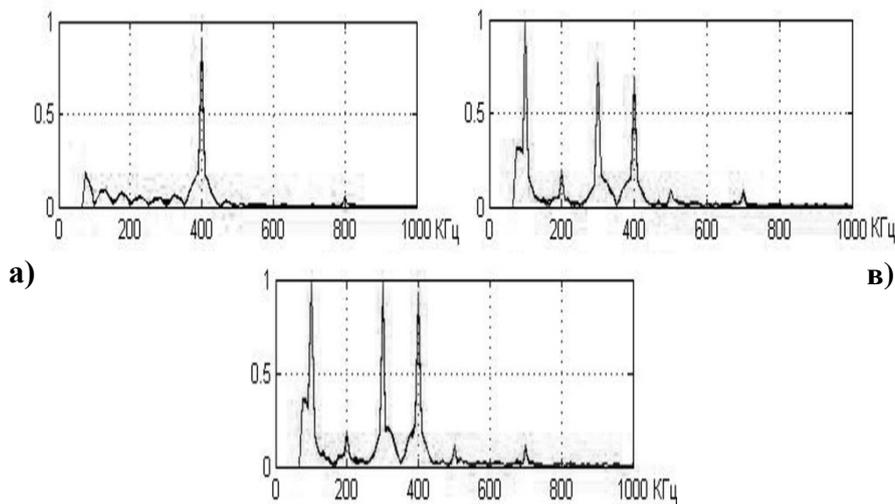


Рис. 17. Спектры сигналов и помех на выходе ФВЧ:

a – на входе только помеха; *б* – на входе сигнал плюс помеха; *в* – на выходе сигнал/помеха =1

Спектрограмма, приведённая на рис. 17, б, получена при уровне входной помехи, равном уровню входного сигнала, на рис. 17, в – при отношении помеха/сигнал на входе, равном 2 дБ (пределный уровень).

Анализ результатов, приведённых на рис. 17, показывает:

- при отсутствии на входе отражённого сигнала СШП-шумовая РЛС воспринимает помеху как полезный сигнал на увеличенной дальности $R_V = 20$ м ($F_V = 400$ кГц);
- при одновременном приёме отражённого сигнала и помехи в спектре модулирующего сигнала на выходе ФВЧ, кроме спектральных составляющих $F = 100$ кГц и $F_V = 400$ кГц, соответствующих дальностям $R = 5$ м и $R_V = 20$ м, наблюдается комбинационная составляющая $F_K = F_V - F = 300$ кГц, соответствующая дальности $R_K = 15$ м.

Результаты моделирования работы СШП-шумовой РЛС с обработкой сигнала методом ВКО приведены на рис. 18.

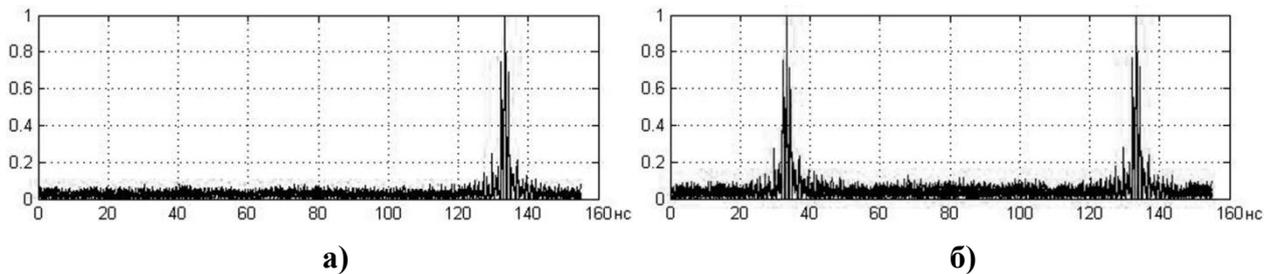


Рис. 18. Графики взаимно-корреляционной функции:
а – на входе только помеха; б – на входе сигнал плюс помеха

График, приведённый на рис. 18, б, получен при уровне входной помехи, равном уровню входного сигнала. На рис. 18, б видно, что на выходе МК в каналах дальности $R = 5$ м и $R_V = 20$ м наблюдаются максимумы отраженных сигналов, т. е. помеха и сигнал не различимы.

Пределные значения уровней рассмотренных помех, нормированных к уровню отражённого шумового сигнала на входе РЛС (коэффициенты подавления), даны в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты подавления

	НШ $\Delta F = 50$ МГц	ИМ $\tau_u = 1$ мкс	НШП $\Delta F = 0,3$ ГГц	ИШП $\tau_u = 1$ мкс	ЧМП $\Delta F = 0,3$ ГГц	РП $\tau_z = 0,1$ мкс
ДСА	16 дБ	24 дБ	10 дБ	19 дБ	14 дБ	2 дБ
ВКО	24 дБ	34 дБ	21 дБ	27 дБ	25 дБ	0 дБ

Из табл. 1 следует, что:

- наибольшую опасность для СШП-шумовых РЛС представляют ретранслированные помехи;
- СШП-шумовая РЛС с обработкой сигнала методом ВКО более устойчива к действию активных помех.

Заключение

Для предложенных моделей СШП-шумовых РЛС исследована устойчивость к действию основных видов активных помех, создаваемых излучающими СВЧ РЭС и станциями РЭП. Показано, что обработка сигнала методом ВКО обеспечивает, по сравнению с методом ДСА, более высокую помехоустойчивость РЛС.

Количественные оценки потенциальной помехоустойчивости СШП-шумовых РЛС

показали, что, независимо от метода обработки отражённых сигналов, наибольшую опасность могут представлять ретранслированные помехи.

Полученные результаты позволяют:

- оценить перспективы построения как наземных, так и бортовых СШП-шумовых РЛС, функционирующих в реальной электромагнитной обстановке с учётом применения конкретных средств РЭП;
- определить в зависимости от условий применения и назначения СШП-шумовых РЛС оптимальные способы обработки отражённых сигналов (ДСА или ВКО).

Библиографический список

1. **Щербак, Н.** Сверхширокополосная радиолокация // Электроника: НТБ, 2001. № 4. С. 38–46.
2. Пуарье. Возможность использования шумового квазимонохроматического сигнала в радиолокации // Зарубежная радиоэлектроника. 1969. № 7. С. 12–22.
3. **Калинин, В.И.** Эффективность двойного спектрального анализа в шумовой радиолокации при действии отражений от местных предметов / В.И. Калинин, В.В. Чапурский // Радиотехника и электроника. 2006. Т. 51. № 3. С. 303–313.
4. **Калинин, В.И.** Сверхширокополосная шумовая радиолокация на основе антенных решёток с рециркуляцией сигналов / В.И. Калинин, В.В. Чапурский // Радиотехника и электроника. 2008. Т. 53. № 10. С. 1266–1277.
5. Расчёт соотношения сигнал/шум для радиолокационной станции, работающей по методу двойного спектрального анализа шумового сигнала / Залогин Н.Н. [и др.] // Радиотехника и электроника. 1993. Т. 38. № 2. С. 278–286.
6. **Мырова, Л.О.** Модель радиоэлектронного подавления и обеспечения помехоустойчивости радиорелейных и тропосферных средств связи нового поколения / Л.О. Мырова, А.И. Янкин, А.В. Мигула // Технологии ЭМС. 2012 № 2 (41) С. 73–78.

*Дата поступления
в редакцию 10.10.2012*

S.V. Katin, A.V. Kashin, V.A. Kozlov, A.L.Kunilov

POTENTIAL INTERFERENCE RESISTANCE CLOSE RADARS WITH UWB-NOISE SIGNALS

Measuring system research institute n. a. Yu.Ye. Sedakov, Nizhny Novgorod

Purpose: The objects of the paper are investigations of interference resistance UWB-noise radars with cross-correlation signal processing and double spectral analysis method under effect of deliberate and non-deliberate interferences.

Design/methodology/approach: The radar model and interference signal model are given.

Findings: It is possible, for example, to apply the results for estimation of possibility UWB-noise radars designing, with may be used under effect of active interferences.

Research limitations/implications: UWB-noise radars with cross-correlation signal processing is more available compared with UWB-noise radars, based on double spectral analysis method

Originality/value: The present study provides a starting-point for creation of practical designing method for specialists and engineers.

Key words: UWB-noise radars, active interferences, interference resistance, computer modeling.