

На правах рукописи



Буй Ле Нам

**МОДЕЛИ СЛОЖНЫХ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ
ПРИ ПЕЛЕНГАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ
ВЛИЯНИЯ МЕШАЮЩИХ ФАКТОРОВ**

Специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» и 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Рязань 2007

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет»

Научный руководитель - Заслуженный работник высшей школы РФ,
доктор технических наук, профессор
Кириллов Сергей Николаевич

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор
Кошелев Виталий Иванович

- кандидат технических наук, доцент
Юров Юрий Юрьевич

Ведущая организация - ФГУП «ОКБ» «Спектр» (г. Рязань)

Защита состоится 30 мая 2007 г. В 11⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.211.04 в Рязанском государственном радиотехническом университете по адресу 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РГРТУ.

Автореферат разослан « » апреля 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук



А.Г. Борисов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Актуальность темы. Радиотехнические сигналы, для которых ширина спектра $\Delta f = f_B - f_H$, определяемая как разность верхней f_B и нижней f_H частот спектра, сопоставима с его средней (несущей) частотой $f_0 = (f_B + f_H)/2$, так что показатель широкополосности $\mu_0 = \Delta f / f_0 = 2(f_B - f_H)/(f_B + f_H) \geq 0,25$, называют сверхширокополосными (СШП) сигналами. Использование СШП сигналов, обладающих высокой проникающей способностью и помехоустойчивостью, позволяет получить высокие значения показателей качества радиотехнических систем (РТС). Весомый вклад в этой области внесли как российские ученые – Ширман Я.Д., Астанин Л.Ю., Урядников Ю.Ф., Костылев А.А., Бахрах Л.Д., Иммореев И.Я., Трифонов А.П. и др., так и зарубежные – Хармут Х.Ф., Тейлор Дж.Д., Кукус И.С. и др. Широкое распространение в этом случае получили сверхкороткоимпульсные (СКИ) сигналы с длительностью порядка $10^{-11} \dots 10^{-8}$ с. Использование СКИ импульсов позволяет повысить один из основных показателей качества радиолокационных систем (РЛС) – разрешающую способность по дальности, что увеличивает объем получаемой информации о радиолокационных объектах. Кроме того, большая ширина спектра СШП сигнала позволяет добиться высокой помехозащищенности радиосистем передачи информации (РСПИ), так как малое значение удельной спектральной плотности мощности (СПМ), затрудняет обнаружение таких сигналов. С другой стороны по сравнению с узкополосными сигналами влияние естественных или искусственно созданных помех приводит к меньшим потерям при обработке, т.к. в этом случае часть спектра СШП сигнала пораженная помехой имеет меньшее относительное значение.

Однако СШП сигналы обладают существенным недостатком, связанным с большим искажением формы сигнала при излучении и распространении в пространстве, отражении от объекта, приеме и обработке. Для уменьшения влияния этих искажений предложено формировать СШП сигналы робастные к искажениям, вносимым средой распространения, а также учитывать эти искажения при обработке сигнала.

Разрабатываются все новые образцы СШП аппаратуры для РСПИ, для использования в системах охранной сигнализации, для локации “через стены”, измерения уровней жидкости в цистернах, для оснащения автомобилей системами предотвращения столкновения и круиз-контроля, в устройствах автоматического открывания дверей, устройствах автоматического включения освещения, обогрева, в медицинской диагностической аппаратуре и пр. Общими характеристиками такой аппаратуры являются низкий уровень излучаемой мощности, устойчивость к воздействию помех со стороны других РТС, при этом не создавая им помехи,

поскольку СШП сигналы имеют шумоподобный спектр с низким уровнем СПМ.

Использование СШП сигналов в РЛС и РСПИ делает актуальной задачу разработки систем радиопеленгации источников СШП излучения. При этом обычно неизвестными могут являться основные параметры СШП сигнала, такие как форма, период повторения, метод и параметры модуляции последовательности импульсов. По этой причине, для увеличения точности пеленгации источников СШП излучения, необходимо исследование свойств моделей и анализ искажений СШП сигналов, обоснование функциональной схемы пеленгатора и определение характеристик СШП сигнала, а так же оценки возможности реализации устройства формирования таких сигналов.

Таким образом, актуальной является задача разработки и исследования алгоритмов пеленгации источников излучения СШП сигналов с полностью или частично неизвестными параметрами.

Цель диссертационной работы и основные задачи. Целью работы является исследование и разработка моделей сложных СШП сигналов, используемых для пеленгации, анализ их искажений при излучении и распространении в пространстве, а также обоснование и исследование алгоритмов пеленгации источников СШП излучения РТС различного типа и назначения.

В связи с этим, поставленная цель работы включает решение задач:

1. Исследование существующих моделей СШП сигналов и сравнение их между собой по нескольким показателям качества.
2. Обоснование критерия качества СШП сигнала и синтез его формы по заданному критерию.
3. Разработка процедуры синтеза кодовой последовательности СШП сигналов.
4. Анализ искажений формы СШП сигналов, связанных с прохождением в среде распространения, передающей и приемной антеннах, а также отражении от объектов.
5. Обоснование функциональной схемы радиопеленгационного устройства и расчета характеристик пеленгации.
6. Рассмотрение особенностей практической реализации методов формирования СШП сигналов.

Методы исследования. В работе использовались методы статистической радиотехники и математической статистики, регуляризации решений, вариационного, матричного исчисления и вычислительной математики. Данные теоретические методы сочетались с экспериментальными исследованиями на основе имитационного моделирования и проведении натурных экспериментов.

Научная новизна. В рамках данной диссертационной работы получены следующие новые научные результаты:

1. Синтезирован СШП сигналов несимметричной формы критерию качества, обеспечивающего локализацию во временной области. Проведено сравнение синтезированного СШП сигнала с общеизвестными и показано его преимущество по заданному критерию.
2. Обоснованы параметры модуляции, как полярности импульса, так и позиции относительно среднего периода повторения сложных СШП сигналов. Предложена вычислительно эффективная процедура синтеза дискретной кодовой последовательности СШП сигналов.
3. Обоснована функциональная схема радиопеленгатора источников СШП излучений, и проведены численные расчеты характеристик пеленгации. Методом регуляризации получена форма СШП сигнала, снижающая энергетические потери при пеленгации источников излучения.

Практическая ценность работы. Полученные в работе формы СШП сигналов и алгоритмы синтеза кодовых последовательностей могут быть использованы в различных РТС с улучшенными тактико-техническими характеристиками. Алгоритмы пеленгации источников СШП излучения представленные в работе, позволят уменьшить потери при обработке. Результаты работы внедрены в учебный процесс Рязанского государственного радиотехнического университета, а также используются в системах дистанционного управления ООО «АВБ Лабс».

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Синтезированный СШП сигнал несимметричной формы, обеспечивающий на 2...10 % более высокие характеристики по критерию локализации во временной области по сравнению с ранее известными и обладающий устойчивостью к искажениям в среде распространения.
2. Вычислительно эффективная процедура синтеза сложных СШП сигналов по критерию максимума энергетической скрытности в интересах уменьшения эффективности радиопеленгации источников излучения.
3. Синтезированный СШП сигнал, обеспечивающий снижение максимальных потерь при пеленгации из-за рассогласования главного направления антенны и направления прихода с 12 дБ до 3 дБ.

Апробация работы. Результаты работы докладывались на следующих конференциях:

1. 52-я Студенческая научно-техническая конференция, Рязань. 2005.

2. X Всероссийская научно-практическая конференция студентов, молодых учёных и специалистов “Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании”, Рязань. 2005.

3. Всероссийская научно-практическая конференция “Сети и системы связи”, Рязань. 2005.

4. 14-я Международная научно-техническая конференция «Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникации», Рязань. 2005.

5. XI Всероссийская научно-практическая конференция студентов, молодых учёных и специалистов “Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании”, Рязань. 2006.

6. XII Всероссийская научно-практическая конференция студентов, молодых учёных и специалистов “Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании”, Рязань. 2007.

7. Всероссийская научно-практическая конференция “Сети и системы связи”, Рязань. 2007.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ. Из них 2 статьи в журналах рекомендованных ВАК РФ для кандидатских диссертаций, 1 статья в межвузовском сборнике, 7 тезисов докладов.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 158 наименований и 2 приложений. Диссертация содержит 165 с., в том числе 137 с. основного текста, 5 таблиц и 58 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, определены цель и решаемые в работе задачи. Изложены новые научные результаты, полученные в работе, показаны ее практическая ценность и апробация. Сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе работы рассмотрены общеизвестные модели СШП сигналов в виде двуполярного прямоугольного видеоимпульса, семейства гауссовых моноциклов, импульс с гармоническим заполнением, сигнал колоколообразной формы, полиномиальный симметричный сигнал. Рассмотрена полюсная модель СШП сигналов и показана целесообразность ее использования при определении искажений СШП сигналов.

Показано, что для пеленгационных систем важным параметром качества является максимальная локализованность СШП сигнала $s_0(x)$ во временной области, которую можно характеризовать параметром:

$$k = \int_0^1 x^2 s_0^2(x) dx, \quad (1)$$

При определении формы СШП сигнала, обеспечивающего минимизацию функционала (1) целесообразно дополнительно использовать следующие ограничения, которые также влияют на форму сигнала $s_0(x)$:

$$\alpha_n = \int_0^1 x^n s_0(x) dx, \quad (2)$$

где $n = 3, 4, 5, 6, 7$.

В результате решения вариационной задачи получена форма СШП сигнала, обеспечивающая минимум функционала (1) при введенных выше ограничениях в виде:

$$s_0(x) = A_0 x + B_0 x^2 + C_0 x^3 + D_0 x^4 + E_0 x^5, \quad (3)$$

где A_0, B_0, C_0, D_0, E_0 – постоянные коэффициенты. Рассчитаны коэффициенты $A_0 = 19,887$; $B_0 = -112,69$; $C_0 = 218,75$; $D_0 = -178,98$; $E_0 = 53,031$, которые определяют минимальное значение функционала (1).

Форма СШП сигнала и его СПМ приведены на рисунках 1 и 2.

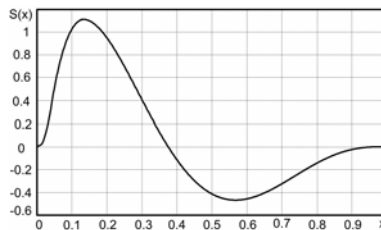


Рисунок 1 — Форма СШП сигнала несимметричной формы

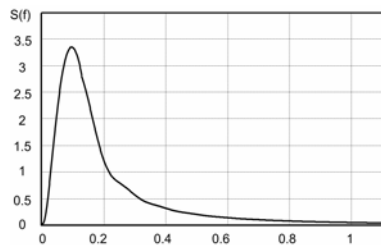


Рисунок 2 — СПМ полиномиального сигнала несимметричной формы

Рассмотрены виды модуляции последовательности СШП сигналов, описываемых выражением:

$$s(t) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i s_0(t - T_i) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i s_0(t - iT_n - d(i)\Delta T), \quad (4)$$

где $a_i = \pm 1$, $T_i = iT_n + d(i)\Delta T$ – временное положение i -го импульса, T_n – интервал между импульсами в отсутствие модуляции, $d(i)$ – целочисленная функция номера i .

Проанализированы методы модуляции СШП сигналов по полярности и также по позиции импульса относительно среднего периода повторения, а также одновременная модуляция полярности и позиции.

Определены оптимальные по критерию скрытности СШП сигнала, эквивалентного требованию максимизации удельной энтропии временного ряда:

$$k_s = \int_0^{\infty} \ln[G(f)/E] df, \quad (5)$$

параметры при модуляции позиции импульса относительно среднего периода повторения СШП последовательности: $\Delta T_0 = 0,75$, $T_{no} = 4$.

Разработана вычислительно эффективная процедура синтеза кодовой последовательности a_i или d_i для СШП сигналов по критериям, включающим в свой состав определение СПМ. Показано, что в данном алгоритме используется не постоянный пересчет СПМ последовательности, а лишь его корректировка на каждой итерации, что позволило проводить расчеты эффективнее с точки зрения вычислительных затрат. Процедура, оптимизации последовательности d_i и (или) a_i длиной N с использованием критерия качества p включающим в себя функционал от СПМ, содержит следующие этапы:

1. На первом шаге итерации формируется псевдослучайная последовательность $a_i = \pm 1, (i = \overline{1, N})$.
2. Рассчитывается СПМ G^i СШП сигнала, модулированного по полученной последовательности $d(i)$ и (или) a_i .
3. Определяется значение функционала нулевого приближения p_0 .
4. Изменяется знак m -го $(m = \overline{1, N})$ элементарного символа кодовой последовательности на противоположный.

5. Рассчитывается новое значение вектора СПМ G^{i+1} путем осуществления коррекции $G^{i+1} = G^i + \delta G^i$, где $\delta G^i = \{w_{km}\}$, $(k = \overline{1, N})$ – вектор элементы которого зависят от измененного символа $a(j)$ следующим образом:

$$w_{km} = \begin{cases} -2 \exp(-j2\pi f_k m T_0), & \text{при } a(m) = -1 \\ 2 \exp(-j2\pi f_k m T_0), & \text{при } a(m) = 1 \end{cases} \quad (6)$$

6. Рассчитывается величина функционала p_i и осуществляется его сравнение с предыдущим значением. Если новое значение меньше предыдущего, то знак символа $a(m)$ сохраняется, если больше – возвращается в начальное состояние. Дальнейшие этапы повторяются, начиная с пункта 4 до тех пор, пока изменение любого из знаков не приводит к улучшению показателя качества.

Коррекция, а не полный пересчет СПМ синтезируемого сигнала на каждом шаге итерации дает выигрыш в быстродействии процедуры оптимизации в среднем в $(1/4) \cdot \log_2 N$ раз по сравнению с алгоритмом БПФ.

Во второй главе работы рассмотрено влияние искажений, вносимых средой распространения на форму СШП сигналов.

Произведен анализ прохождения СШП сигналов через среду, описываемую уравнениями релаксации, на примере однопериодного радиоимпульса и сигнала (3), синтезированного в первой главе.

Характер искажения СШП сигналов при прохождении через среду, описываемую уравнениями релаксации в зависимости от относительного времени релаксации q_0 , иллюстрируется на рисунке 3 (а – для однопериодного радиоимпульса, б – для сигнала (3)).

Как следует из анализа рисунка 3.а, уменьшение относительного времени релаксации η приводит к росту запаздывания, что объясняется увеличением наклона фазовой характеристики $\text{Arg} \dot{K}(w)$. Наибольшее искажение СШП сигнала на рисунке 3.а соответствует значению $\eta = 10$, что объясняется близостью относительной ширины АЧХ $\Delta x_{0,5}$ к минимальной.

СШП сигнал, с несимметричной формой (3) меньше искажается при одних и тех же условиях, по сравнению с однопериодным радиосигналом, что делает его применение в системах пеленгации достаточно эффективным. Изменение фазо-частотной характеристики среды в меньшей степени влияет на фазовый спектр синтезированного несимметричного СШП сигнала, что приводит к меньшим искажениям его формы.

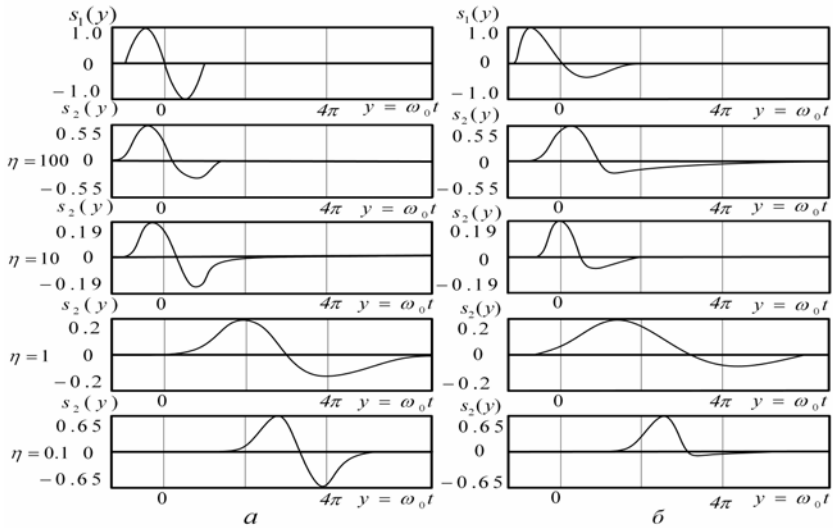


Рисунок 3 — Изменение формы радиоимпульсов при прохождении в среде нормированного расстояния $z=10$

Проанализирована схема коррекции искажений на выходе передающей антенны (рисунок 4) по критерию наилучшего приближения к желаемой временной диаграмме излучаемого сигнала.

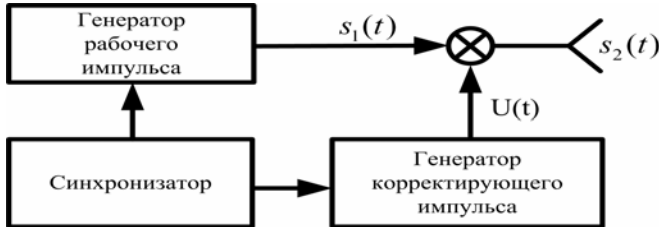


Рисунок 4 — Схема коррекции с аддитивным корректирующим сигналом

В качестве критерия качества приближения сигнала использовалось выражение в виде

$$k = \int_{-\infty}^{\infty} [s_1(t) - s_2(t)]^2 dt, \quad (7)$$

где $s_1(t)$ и $s_2(t)$ — сигналы на выходе формирователя и выходе антенны соответственно.

С помощью метода регуляризации А.Н. Тихонова определена форма добавки $U(x)$ к исходному неискаженному сигналу такая, чтобы на выходе антенны форма сигнала претерпевала несущественные искажения.

$$U(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \left(s_1(j\omega) - \frac{s_2(j\omega)}{H(j\omega) + \alpha Q(\omega)} \right) \exp(j\omega t) d\omega, \quad (8)$$

где $H(j\omega)$ – частотная характеристика антенны, $s_1(j\omega)$ и $s_2(j\omega)$ спектры сигналов $s_1(t)$ и $s_2(t)$ соответственно, $Q(\omega) = \omega^2$ – стабилизатор решения, α – постоянный множитель.

Форма полученной добавки $U(x)$ представлена на рисунке 5.

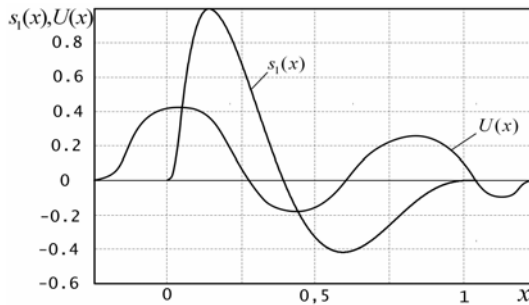


Рисунок 5 — Форма корректирующего импульса

Как следует из анализа рисунка 5, корректирующий сигнал имеет большую длительность, чем основной СШП сигнал и максимальной коррекции подвержена часть исходного сигнала малого уровня. Формы сигналов на выходе антенны с корректирующим импульсом и без него представлены на рисунке 6.

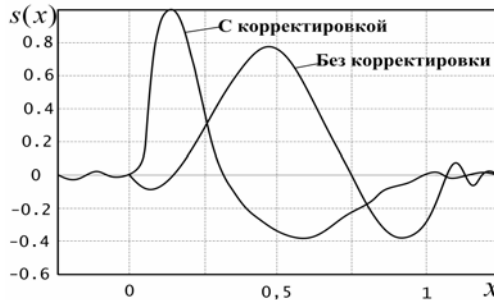


Рисунок 6 — Формы СШП сигналов в пространстве

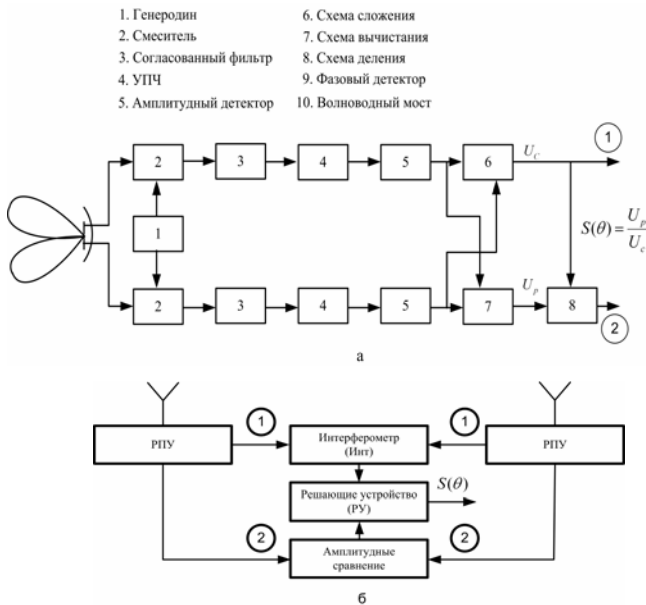
Как следует из анализа рисунка 6, при использовании корректирующего импульса сигнал на выходе антенны в большей степени совпадает с требуемым несимметричным сигналом, что подтверждает эффективность использования данного метода коррекции.

В третьей главе работы обоснована схема пеленгатора СШП излучений и даны расчетные соотношения точности пеленгации.

Исследования показали, что наиболее целесообразной с точки зрения минимальных искажений при обработке СШП сигналов является амплитудно-амплитудного метод пеленгации (рисунок 7а).

Рассмотрены методы пеленгации, осуществляемые с помощью разнесённых антенн для которых характерно большое значение отношения базы l к длине волны λ и которые, как и в моноимпульсном методе относятся к многоканальным методам. Эти системы обладают высокой угловой чувствительностью, а следовательно и точностью пеленгации. Недостатком таких систем является, то, что они не обладают однозначностью в определении угловой информации.

В этом случае используют методы исключения многозначности результирующей угловой информации на основе амплитудного сравнения откликов на входе двух антенн (рисунок 7б).



Рисунка 7 — Функциональная схема радиопеленгационной системы

Показано, что сочетание схем на рисунке 7а и б наиболее применимо для комплексов радиопеленгации СШП короткоимпульсных сигналов с учетом отсутствия в составе пеленгатора фазового детектора и применения на приеме нескольких (в рассмотренном случае их две) разнесённых антенн.

Рассмотрена ситуация, когда наряду, с неизвестной формой принимаемого СШП сигнала отсутствует информация о направлении его прихода. При этом совместно с задачей обнаружения СШП сигнала, необходимо решить задачу оценки пеленга направления СШП излучения.

Получены расчетные соотношения для определения точности пеленга отраженных от объекта сигналов. Обосновано оптимальное значение элементов разрешения на объекте $M=10$, при этом для дальностей до объекта меньших максимальной, точность пеленгации будет, определяется в основном аппаратурными погрешностями. Исходя из размеров объекта определена оптимальная длительность СШП сигнала. Так, например, при размерах объекта 50 м и количестве элементов разрешения 10 оптимальная длительность СШП сигнала будет равна 16.7 нс.

Рассмотрена реализация устройства приема СШП сигналов в секторе угловых направлений при использовании конечного набора каналов. Величина потерь при пеленгации, вызванные рассогласованием основного направления антенны и направлением прихода равна:

$$\rho_1 = 10 \lg \left(\frac{\hat{R}_s(0)}{\hat{R}_s(\zeta)} \right) \approx -10 \lg \left(\frac{\sqrt{\pi}}{\zeta} \left(2\Phi(\sqrt{2}\zeta) - 1 - \frac{1}{\sqrt{\pi}\zeta} (1 - e^{(-\zeta^2)}) \right) \right) [дБ]. \quad (9)$$

где ζ – параметр, характеризующий рассогласование главного направления антенны и направления прихода сигнала.

Синтезирована форма СШП сигнала обладающая минимальными искажениями при пеленгации, полученная с помощью метода регуляризации В. И Тихонова в виде:

$$s_2(t) = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|H(\omega)|^2}{(H^*(\omega) + \alpha \cdot Q_1(\omega))} \cdot \exp(i \cdot \omega \cdot t) \cdot d\omega, \quad (10)$$

где $Q_1(\omega)$ – стабилизатор решения, $H^*(\omega)$ – комплексно-сопряженная частотная характеристика сигнала $s(t)$.

Форма сигнала представлена на рисунке 8. Показано, что предложенная форма СШП сигнала уменьшает максимальные потери при пеленгации с 12 дБ до 3 дБ (рисунок 9).

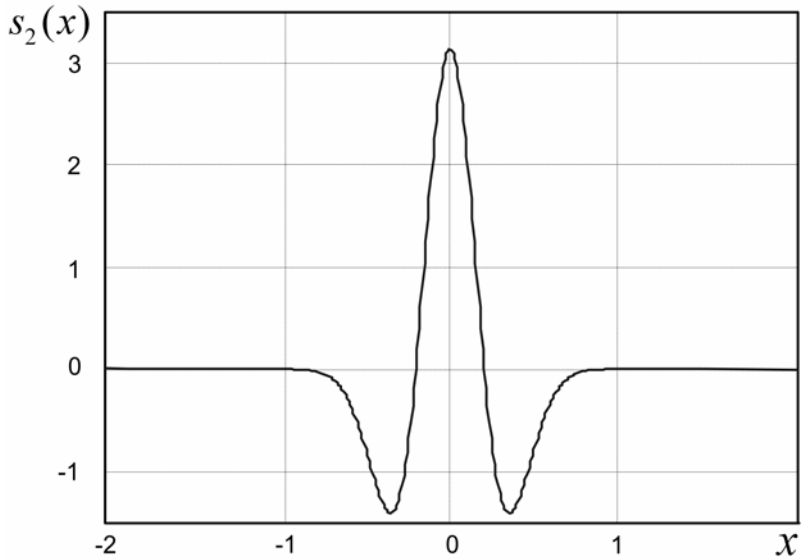


Рисунок 8 — СШП сигнал, полученный в результате регуляризации

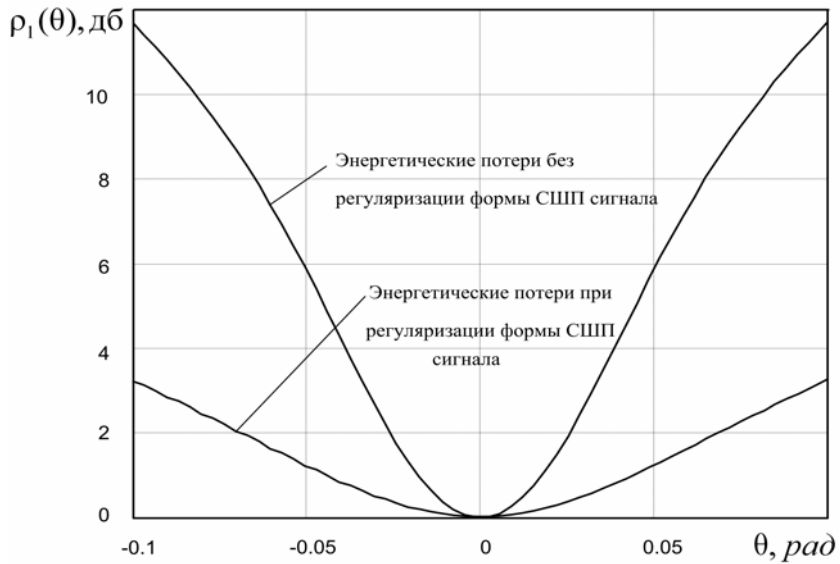


Рисунок 9 — Потери при пеленгации СШП сигнала

В четвертой главе работы рассмотрены методы формирования СШП сигналов на основе многочастотных антенных решеток, оптоволоконных методов формирования и на полупроводниковой технике.

Проведено экспериментальное исследование генератора СШП импульсов на основе диодов с резким восстановлением заряда. Получены осциллограммы импульсов на выходе формирователя и на выходе антенн типа “бабочка” на расстоянии 3м, соответствующих дальней зоне антенны.

В заключении приведены основные результаты диссертации:

1. Произведен синтез несимметричного СШП сигнала и определены его параметры при максимальной концентрации во временной области.

2. Проведено сравнение синтезированного несимметричного СШП сигнала с известными ранее и показано его преимущество по критерию компактности во временной области на 2...10%.

3. Предложена процедура синтеза кодовой последовательности сложного СШП сигнала и показана её высокая вычислительная эффективность.

4. Проведено сравнение различных видов модуляции последовательностей СШП сигналов и показано преимущество одновременной модуляции, как полярности, так и положения импульсов относительно тактовых точек по критерию прямоугольности спектра.

5. Обоснованы параметры модуляции сложных последовательностей СШП сигналов и проанализировано влияние параметров модуляции на его свойства, определены оптимальные значения по критерию скрытности параметров сложных СШП сигналов $\Delta T_0 = 0,75$, $T_{no} = 4$.

6. Синтезированы кодовые последовательности сложных СШП сигналов по критерию минимума прямоугольности спектра, эквивалентному критерию шумоподобности сигнала, и показан выигрыш по этому критерию от 10% до 20% по сравнению с использованием минимаксных последовательностей.

7. Определено влияние среды распространения на форму излученного СШП сигнала и показано преимущество использования несимметричного СШП сигнала. Показано, что наибольшие искажения СШП сигнала соответствуют времени релаксации среды около значения $\eta \approx 10$.

8. Проанализированы искажения СШП сигналов в АФУ при приеме и передаче и получена методом регуляризации форма корректирующего искажения сигнала при использовании несимметричного СШП сигнала, что делает применение таких сигналов в задачах пеленгации весьма эффективным.

9. Обоснована структура пеленгатора СШП сигнала как амплитудного моноимпульсного при минимальных энергетических потерях при обработке.

10. Получены расчетные соотношения при пеленгации радиолокационных объектов СШП сигналами. Определена длительность СШП сигнала 16,7 нс, обеспечивающая максимальную точность пеленгации при размерах объекта 50м.

11. Определены расчетные соотношения потерь при пеленгации, вызванных несовпадением $\Delta\alpha$ главного направления антенны и направления прихода сигнала.

12. Методом регуляризации синтезирована форма сигнала, обеспечивающая уменьшение максимальных потерь при пеленгации с использованием антенной решетки с 12 дБ до 3 дБ по сравнению с моноциклом гаусса.

13. Рассмотрены методы формирования СШП импульсов и показано, что наиболее эффективным по энергетической эффективности является метод формирования на основе многочастотных антенных решеток. Наиболее простым методом формирования с точки зрения практической реализации является использование полупроводниковых элементов.

В приложениях приведены список аббревиатур и условных обозначений, а также копии документов, подтверждающие внедрение результатов работы.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Корниенко А. В., Кисляков В. В., Буй Л. Н. Применение сверхширокополосных сигналов в системах связи и передачи информации. Тез. докл. Всероссийский научно - практический семинар “ Сети и системы связи ”, 2005, с.283-284.

2. Корниенко А. В., Буй Л. Н. Анализ показателей качества моделей сверхширокополосных сигналов. Тез. докл. X Всероссийская научно - техническая конференция “Новые информационные технологии в научных исследованиях и образования”, 2005, с.34-35.

3. Миканев С. Н., Буй Л. Н. Исследование характеристик сверхширокополосных сигналов. Тез. докл. СНТК-52. РГТРА. Рязань, 2005, С.4.
4. Корниенко А. В., Буй Л. Н. Система передачи информации на основе сверхширокополосных сигналов. Информационно - измерительная и биомедицинская техника. Юбилейный сборник научных трудов. Рязань: РГРТА, 2005, С.145 - 152.
5. Кириллов С. Н., Корниенко А. В., Буй Л. Н. Влияние среды распространения на форму сверхширокополосных сигналов в системах передачи информации. Тез. докл. 14-я Международная научно - техническая конференция “ Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций ”, 2005, С.61- 62.
6. Корниенко А. В., Буй Л. Н. Сравнение сверхширокополосных сигналов по показателям качества. Вестник РГРТА. Вып.16, 2005. С.109-111.
7. Корниенко А. В., Буй Л. Н. Анализ кодовых последовательности сверхширокополосных сигналов при различных видах модуляции. Тез. докл XI Всероссийская научно - техническая конференция “ Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании ”, НИТ - 2006, С.55 - 56.
8. Буй Ле Нам. Анализ энергетических потери при пеленгации сверхширокополосных сигналов. Тез. докл XII Всероссийская научно - техническая конференция “ Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании ”, НИТ - 2007, С.14-15.
9. Буй Ле Нам. Энергетические потери при пеленгации сверхширокополосных сигналов. Вестник РГРТА. Вып.20, 2007. С.34-36.

10. Буй Ле Нам. Регуляризация формы сигнала при пеленгации сверхширокополосных источников излучения. Тез. докл. Всероссийский научно-практический семинар “ Сети и системы связи ”, 2007, С.123-124.

Соискатель Bb / Буй Ле Нам /

Буй Ле Нам

Модели сложных сверхширокополосных сигналов
при пеленгации источников излучения в условиях
влияния мешающих факторов

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Отпечатано в ГНУ ВНИМС,
Рязань, Щорса 38/11
Формат бумаги 60×84 1/16.
Печатных листов 1.
Заказ № __ Тираж 100 экз.

« __ » Апреля 2007 г.