ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ

ВОЙСКОВОЙ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ

ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИМЕНИ МАРШАЛА СОВЕТСКОГО СОЮЗА А.М. ВАСИЛЕВСКОГО

**СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ИМПУЛЬСОВ БЕЗ СИНХРОНИЗАЦИИ МОМЕНТОВ ПРИЕМА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

Автор: преподаватель 11 кафедры радиоэлектронного вооружения (войсковой ПВО) Военной академии войсковой противовоздушной обороны Вооруженных Сил Российской Федерации имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского майор Жбанов И.Л.

преподаватель 11 кафедры радиоэлектронного вооружения (войсковой ПВО) Военной академии войсковой противовоздушной обороны Вооруженных Сил Российской Федерации имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского подполковник Бондаренко Д.Л.

Смоленск – 2014

Авторы научной работы

Жбанов И.Л.

Бондаренко Д.Л.

«\_\_» сентября 2014 года

**1 Актуальность и проблематика научной работы**

Современные сверхширокополосные системы связи, как сложные технические системы нуждаются в жесткой синхронизации моментов приема и передачи данных для достоверного выделения информации. Для достижения синхронной работы приемника и передатчика используют дополнительные узкополосные или сверхширокополосные сигналы, что повышает стоимость изготовления соответствующей системы передачи данных, а также снижает помехоустойчивость и скрытность ее работы.

**2 Цель научной работы**

Целью работы является решение важной проблемы передачи данных с использованием сверхширокополосных импульсов бес синхронизации моментов приема и передачи данных, свободных от вышеуказанных недостатков.

**3 Задача научной работы**

Конкретной фундаментальной задачей в рамках проблемы, на решение которой направлена работа, является разработка нового способа кодирования и выделения информации, при котором синхронизирующий сигнал и сама синхронизация становятся излишними.

Сущность кодирования информации заключается в использовании в качестве основных носителей информации импульсов наносекундной длительности, описываемых первой производной гауссовой функции [3]. Эти импульсы имеют следующее аналитическое описание

|  |  |
| --- | --- |
| , | (1) |

где А – амплитуда импульса;

a – величина, характеризующая половину длительности импульса на

уровне 0,707.

Для кодирования предлагается использовать периодическую последовательность гауссовых импульсов, состоящую из расположенных в определенном порядке «опорных» и «центральных» импульсов. Опорные импульсы отличаются от «центральных» тем, что их период следования T постоянен, а период следования «центральных» импульсов изменяется. В результате вся информация о кодировании будет заключаться во временном положении «центрального» СШП импульса относительно «опорных». При временном положени «центрального» СШП импульса правее на временной оси на от левого «опорного» импульса или левее на временной оси на  от правого «опорного» импульса, результат кодирования соответствует логической «1», а при отличии временного положения «центрального» СШП импульса правее на временной оси на от левого «опорного» импульса или левее на временной оси на  от правого «опорного» импульса результат кодирования соответствует логическому «0» (рис. 1).



Рисунок 1 – Пример кодирования логического нуля либо единицы

Таким образом, всю информацию о кодировании логического «0» или «1» предлагается заключить в задержках между импульсами. При данном способе кодирования информации необходимо соблюдать условие:

*,* (2)

где *,* *,* *,* – задержки между опорными и центральными импульсами; Т – период следования опорных импульсов, составляющий порядка десятки наносекунд.

Из условия (2) следует, что каждый бит информации кодируется двумя «опорными» импульсами и одним «центральным» в периоде следования всей последовательности СШП импульсов. При этом набор нескольких бит информации, будет представлять собой некоторое сообщение, именуемое кодограммой, которое излучается в пространство из первой точки объектом X и принимается во второй точке объектом Y.

После приема кодограммы объектом Y и усиления КПСШПИ (кодограммы) их предлагается проинтегрировать. Интегратор будет представлять собой пассивную RC–цепь.

После интегрирования и инвертирования будет получена последовательность однополярных сверхширокополосных импульсов, которая хранит полезную информацию во временных задержках между импульсами, а каждый из импульсов после интегрирования имеет следующее аналитическое описание

 (3)

На эпюре А рис. 2, для примера, представлена часть кодограммы, состоящая из последовательности импульсов до интегрирования, а на эпюре Б рис. 2 – после интегрирования.

Интегрирование необходимо для осуществления операции растяжения импульсов и их дальнейшей оцифровки, так как при форме импульса, отличной от однополярной (эпюра А, рис. 2), импульсы не только растягиваются, но и меняют свою форму.



Рисунок 2 – Пример кодограммы

На рис. 3, для примера, изображен результат растяжения СШП импульсов, отличающихся по форме от однополярных.

Растяжение импульсов необходимо для обеспечения процесса оцифровки сигнала аналого-цифровым преобразователем, так как при подаче на вход АЦП импульсов наносекундной длительности для достоверного восстановления их формы на выходе АЦП необходимо иметь в пределах длительности импульса достаточное количество отсчетов, которое будет определяется частотой дискретизации самого АЦП. К примеру, при подаче на вход АЦП (с частотой дискретизации 2 ГГц) импульса длительностью 1 нс, количество оцифрованных отсчетов будет равно 2, что явно недостаточно для качественного описания формы импульса. При сохранении формы и увеличении длительности импульса, к примеру, в 10 раз число оцифрованных отсчетов в пределах импульса будет равно уже 20. Экспериментальные исследования показали, что для достоверного восстановления формы сигнала, описываемого выражением (3), количество оцифрованных отчетов должно быть не менее 10.



Рисунок 3 – Результат растяжения СШП импульсов

Для растяжения СШП сигнал после интегрирования с помощью делителя с K выходами разделяется по мощности на K частей. Затем каждая из частей задерживается на время , вычисляемое по формуле

, (4)

где ;  *–* длительность одиночного СШП импульса после интегрирования.

При этом количество линий задержки H вычисляют по формуле

. (5)

После задержки все сигналы складываются по мощности в сумматоре.

Схема, реализующая процесс растяжения [4], представлена на рис. 4, где использованы следующие обозначения: блок 1 – делитель, блок 2 – блок линий задержки, блок 3 – линия задержки, блок 4 – сумматор.

 Рисунок 4 – Схема, реализующая процесс растяжения СШП импульсов

Под ** подразумевается СШП сигнал после интегрирования, под **– выходной сигнал сумматора, поступающий на вход АЦП. Первая линия задержки 3 задерживает сигнал второго выхода делителя 1 на *,* вторая линия задержки 3 задерживает сигнал третьего выхода делителя 1 на *,* h-я линия задержки 3, где  задерживает сигнал (h+1)-го выхода делителя 1 на *,* а линия задержки 3 под номером Н задерживает сигнал с выхода делителя 1 под номером K=H+1 на *.*

Величина K будет определяться длительностью СШП импульсов после интегрирования и необходимой длительностью СШП импульсов для АЦП.

К примеру, при длительности СШП импульсов 1 нс, для получения после АЦП (с частотой дискретизации 2 ГГц) 10 отсчетов, отображающих параметры импульса, необходимо каждый импульс растянуть в пять раз. Значит, число K– есть целое положительное число, определяющее количество плеч делителя, которое определяется из неравенства

  (6)

где  *–* минимальнаядлительность СШП импульса, которую необходимо иметь для получения нужного числа отсчетов после аналого-цифрового преобразования данного импульса;

 – частота дискретизации АЦП.

В последующем растянутые СШП импульсы оцифровывают при помощи АЦП. Сверхширокополосные импульсы, становясь шире по длительности, не требуют повышения частоты дискретизации АЦП и сохраняют информацию о кодировании во временных задержках между ними (рис. 5).

Получившийся в результате набор данных, описывающий оцифрованный сигнал, поступает в ЭВМ, где по мере поступления данных с АЦП осуществляют формирование генерального массива данных D,из элементов которого формируют Z пробных массивов, где , причем число пробных массивов при этом Z вычисляют по формуле

 (7)

где  – частота дискретизации аналого-цифрового преобразователя;

– время поиска, затрачиваемое на обнаружение первых трех импульсов кодограммы, по специальному правилу описанному ниже.



Рисунок 5 – Процесс растяжения СШП импульсов

При этом по мере формирования каждый вновь сформированный пробный z-й массив записывается в память ЭВМ и будет включать в себя значения оцифрованной растянутой последовательности сверхширокополосных импульсов, ограниченной временным интервалом длительностью , причем величину  соответствующею z-му пробному интервалу  вычисляют по формуле

, (8)

где  – длительность одного оцифрованного растянутого импульса.



Рисунок 6 – Формирование массивов данных

В результате каждый z-й пробный массив включает по Nотсчетов, извлекаемых из генерального массива D, начиная с z-го элемента массива D и заканчивая (z+N-1)-м элементом массива D, где число элементов N в пробном массиве определяется по формуле

 (9)

Таким образом, первый пробный массив формируют из элементов массива D с номерами с 1-го по N-й, второй пробный массив формируют из элементов массива D с номерами со 2-го по (N+1)-й, третий пробный массив формируют из элементов массива D с номерами с 3-го по (N+2)-й, а Z-й пробный массив формируют из элементов массива D с номерами с Z-го по (Z +N–1)-й (эпюра A, рис 6). К примеру, генеральный массив D содержит 128 элементов, а N равен 48, тогда первый пробный массив будет включать в себя элементы генерального массива D с первого по 48-й, второй пробный массив будет включать в себя элементы генерального массива D со второго по 49-й, третий пробный массив будет включать в себя элементы генерального массива D с третьего по 50-й и т.д.

После чего элементы каждого z-го пробного массива последовательно подвергают кепстральной обработке [5] по схеме представленной на рис.7, а именно дискретному прямому преобразованию Фурье [6] c использованием формулы

 (10)

где n– номер отчета во временной области, *m –* номер отчета в частотной области;  – значение комплексной амплитуды m-го отсчета спектра оцифрованного сигнала для z-го пробного массива,  – значение амплитуды n-го по номеру отсчета, находящегося в z-м пробном массиве.

В последующем, для каждого z-го пробного массива вычисляют значение логарифма квадрата модуля каждого m-го отсчета, то есть m-го значения комплексной амплитуды спектра оцифрованного сигнала, на основании чего для каждого m-го значения z-го пробного массива находят разность по формуле

 (11)

где – значение логарифма квадрата модуля m-го значения комплексной амплитуды спектра одиночного растянутого оцифрованного импульса, записанного в память электронно-вычислительной машины.



Рисунок 7 – Схема реализующая кепстральную обработку

После чего, для результата разности для каждого z-го пробного массива последовательно вычисляют дискретное обратное преобразование Фурье [6] с использованием вектора разности  по формуле

, (12)

где M – число элементов в векторе разности  равное N.

В результате дискретного обратного преобразования Фурье для каждого z-го пробного массива получают соответствующий z-й основной массив, состоящий из элементов .

После чего вычисляют значение модуля для каждого m-го отсчета соответствующего z-го основного массива, в результате получают z-й кепстральный массив, состоящий из элементов  который представляет собой кепстр z-го пробного массива, для декодирования информации каждый кепстральный массив разбивают на пять массивов **, **, **, **, **, при этом массив ** z-го кепстрального массива включает в себя значения кепстра с номерами от до , где **; ;–функция округления в сторону наименьшего целого числа, массив ** z-го кепстрального массива включает в себя значения кепстра с номерами от  до , где ; , массив ** z-го массива кепстрального включает в себя значения кепстра с номерами от  до , где ; , массив ** z-го кепстрального массива включает в себя значения кепстра с номерами от  до , где ; , массив ** z-го кепстрального массива включает в себя значения кепстра с номерами от  до , где ; **.

В последующем находят максимальное значение кепстра в каждом z-м кепстральном массиве, делят полученное максимальное значение кепстра на 4 и принимают результат в качестве порогового значения ** для z-го кепстрального массива, сравнивают величину ** с каждым значением соответствующего z-го кепстрального массива, при превышении порога ** значениями кепстра в массивах **, **, ** и отсутствии превышения порога ** в массивах **, **, или при превышении порога ** значениями кепстра в массивах **, **, ** и при отсутствии превышения порога ** в массивах **, **, принимают решение о наличии в z-м интервале  трех импульсов и возможности приема кодограммы.

После чего формируют G новых рабочих массивов данных из генерального массива данных D, причем число G рабочих массивов вычисляют по формуле

, (13)

где – время приема кодограммы.

Номер кепстрального массива, которому соответствует наличие трех импульсов в соответствующем z-м интервале , фиксируют как начальный **, а соответствующий z-й интервал обозначают как начальный , рабочие массивы формируют размерностью N, причем первый элемент первого рабочего массива имеет в массиве D номер **, второй рабочий массив составляют из последовательности элементов массива D, начиная с [**+N-1]-го элемента массива D и заканчивая [**+2N-2]-м элементом массива D, а каждый последующий g-й рабочий массив составляют из последовательности элементов массива D, начиная с [**+(g-2)T+N-1]-го элемента массива D и заканчивая [**+(g-2)T+2N-2]-м элементом массива D (эпюра Б, рис. 6). К примеру генеральный массив D содержит 512 элементов, N равен 48,  равен 20, а в шестидесятом интервале  включающем элементы генерального массива с шестидесятого по 107-й набор которых соответствует шестидесятому пробному массиву, в результате кепстральной обработки принято решение о наличии трех импульсов, тогда  фиксируют как , а шестидесятый пробный массив принимают за первый рабочий массив, то второй рабочий массив будет включать в себя элементы генерального массива D с [60+47]-го (107-го) по [60+96-2]-й (154-й), третий рабочий масс-

ив будет включать в себя элементы генерального массива D с [60+(3-2) 20+47]-го (127-го) по [60+(3-2) 20+94]-й (174-й), четвертый рабочий массив будет включать в себя элементы генерального массива D с 147-го по 194-й и т.д.

Элементы каждого g-го рабочего массива, начиная с первого, подвергают последовательно кепстральной обработке, а именно дискретному прямому преобразованию Фурье по формуле

, (14)

где  – значение комплексной амплитуды m-го отсчета спектра оцифрованного сигнала для g-го рабочего массива,  – значение амплитуды n-го по номеру отсчета, находящегося в g-м рабочем массиве оцифрованного сигнала. После чего для каждого g-го рабочего массива вычисляют значение логарифма квадрата модуля каждого m-го отсчета, то есть m-го значения комплексной амплитуды спектра оцифрованного сигнала, на основании чего для каждого m-го значения g-го рабочего массива находят разность вида

, (15)

вычисляют дискретное обратное преобразование Фурье с использованием вектора разности  по формуле

. (16)

В результате дискретного обратного преобразования Фурье, для каждого g-го рабочего массива получают соответствующий g-й основной массив, состоящий из элементов . После чего вычисляют значение модуля для каждого m-го отсчета соответствующего g-го основного массива, в результате получают g-й кепстральный массив, состоящий из элементов  который представляет собой кепстр g-го рабочего массива.

Для декодирования информации каждый кепстральный массив разбивают на пять массивов **,**,**,**,*,* при этом массив**g-го кепстрального массива включает в себя значения кепстра от  до , массив ** g-го кепстрального массива включает в себя значения кепстра от  до , массив ** g-го кепстрального массива включает в себя значения кепстра от  до , массив ** g-го кепстрального массива включает в себя значения кепстра от  до , массив ** g-го кепстрального массива включает в себя значения кепстра от  до .

В последующем находят максимальное значение кепстра в каждом g-м кепстральном массиве, делят полученное максимальное значение кепстра на 4 и принимают результат в качестве порогового значения ** для g-го кепстрального массива, сравнивают величину ** с каждым значением соответствующего g-го кепстрального массива. При превышении порога ** значениями кепстра в массивах **,**,** и при отсутствии превышения в массивах **,** принимают решение о наличии в данном g-м интервале ** закодированного логического нуля (рис.8).

 Рисунок 8 – Выделение логического нуля

При превышении порога ** значениями кепстра в массивах **,*,* и при отсутствии превышения в массивах **,** принимают решение о наличии в данном g-м интервале ** закодированной логической единицы (рис. 9). После чего принимают, что выделенная информация из первого кепстрального массива соответствует первому биту информации принятой кодограммы, из второго кепстрального массива второму биту информации принятой кодограммы, а из g-го кепстрального массива – g-му биту информации принятой кодограммы.

 Рисунок 9 – Выделение логической единицы

В последующем создают результирующий массив, представляющий собой расшифрованную кодограмму, в его элементы записывают последовательно, начиная с первого кепстрального массива и заканчивая G-м кепстральным массивом, выделенную информацию из каждого g-го кепстрального массива, при отсутствии превышения порога ** значениями кепстра в установленных массивах **,**,** или **,*,* либо при наличии превышения порога ** значениями кепстра в других комбинациях массивов принимают решение об окончании приема кодограммы, после чего с объекта Y на объект X посылают запросный сигнал, свидетельствующий о готовности объекта Y к приему следующей кодограммы.

Сущность способа, а именно сущность процесса выделения информации, позволяющая исключить, режим синхронизации из общего процесса передачи и приема информации и заключается в следующем.

В известных способах [1-2], при кодировании информации временным положением СШП импульсов относительно их периода следования, для выделения информации необходимо точно определить временное положение начала каждого периода, чтобы в последующем относительно его оценивать временное положение каждого СШП импульса. Для этого необходимо строго синхронизировать моменты передачи и приема сообщения, что требует высокой стабильности частоты генерирования СШП импульсов, высокой стабильности системы синхронизации приемника и использования дополнительных специальных сигналов, служащих для синхронизации моментов передачи и приема сообщения.

**4 Научная новизна и теоретическая значимость научной работы**

Научная новизна и теоретическая значимость работы обуславливаются следующими новыми научными результатами, так как в известных способах при кодировании информации временным положением СШП импульсов относительно их периода следования для выделения информации необходимо точно определить временное положение начала каждого периода, чтобы в последующем относительно него оценивать временное положение СШП импульсов. Для этого необходимо строго синхронизировать моменты передачи и приема сообщения, что требует высокой стабильности частоты генерирования СШП импульсов, высокой стабильности системы синхронизации приемника и использования дополнительных специальных сигналов, служащих для синхронизации моментов передачи и приема сообщения.

Для выделения информации без синхронизации моментов передачи и приема сообщения, предлагается изменить способ кодирования информации, при котором информация будет заключена во взаимно временном положении дополнительно введенного СШП импульса, называемого «центральным», между периодически следующими друг за другом СШП импульсами такой же формы, называемые «опорными». А выделение информации предлагается производить в ЭВМ, анализируя при этом принимаемое сообщение в цифровом виде. Соответственно, при кодировании информации, таким образом, вся информация будет заключена во временном положении центрального «импульса» относительно двух смежных «опорных» (рис. 1) и будет определяться, соответствующими временными задержками .

Однако данные временные задержки будут определять логический ноль либо единицу, лишь при обработке в ЭВМ трех импульсов, а закодированное сообщение именуемое кодограммой будет представлять собой КПСШПИ. Таким образом, для выделения информации из принятой объектом Y кодограммы, предлагается принятую КПСШПИ делить в ЭВМ, предварительно оцифровав АЦП, на равные отрезки, каждый из которых включал бы три импульса. Однако так как время прихода КПСШПИ неизвестно, необходимо постоянно анализировать принимаемую информацию, для определения начала приема кодограммы. Стоит отметить, что длительность каждого импульса кодограммы составляет единицы наносекунд, поэтому для их оцифровки необходимы АЦП с высокой частотой дискретизации, которые достаточно дорогостояще. Поэтому предлагается каждый импульс принимаемой кодограммы растягивать, предварительно деля КПСШПИ по мощности на k частей с помощью Y-делителей [4], а затем, задерживая каждую часть КПСШПИ на , складывать их между собой (рис. 4) по мощности. Процесс растяжения возможен лишь, для однополярных импульсов, так как при форме импульса, отличной от однополярной (эпюра А, рис. 2), импульсы не только растягиваются, но изменяется взаимное положение положительной и отрицательной части импульса относительно друг друга (рис. 3). Поэтому после приема кодограммы объектом Y и усиления КПСШПИ (кодограммы) их предлагается проинтегрировать. За счет операции интегрирования импульсы принятой кодограммы будут однополярными (эпюра Б рис. 2), а после растяжения будут сохранять значение временных задержек друг относительно друга (рис. 5) и их можно будет оцифровать при более низкой частоте дискретизации АЦП. С выхода АЦП сигнал в виде двоичных чисел (эпюра А, рис. 6), будет поступать в ЭВМ, где определяют начало приема кодограммы, для чего растянутую КПСШПИ с выхода АЦП независимо от времени прихода, делят в ЭВМ на пробные массивы данных, каждый из которых содержит значения оцифрованной растянутой КПСШПИ с выхода АЦП ограниченной интервалами длительностью ** (эпюра А, рис. 6). Каждый пробный массив подвергают кепстральной обработке, по схеме, представленной на рис. 7. При попадании в интервал ** трех растянутых импульсов, после последовательной обработки каждого элемента пробного массива по схеме представленной на рис. 7, будет получен кепстр для данного пробного массива, который представляет собой набор данных, описывающих дискретный сигнал. А отсчеты соответствующие максимумам дискретного сигнала, при делении значений этих отсчетов на частоту дискретизации АЦП соответствуют временным задержкам определяющие логический ноль либо. Для определения максимумов кепстра рассчитывают порог, а кепстральный массив разбивают на пять массивов, и сравнивают значение кепстра с порогом в каждом **, **, **,**, **. Соответственно, если в интервал  попали три импульса кодограммы, то кепстральная обработка покажет превышение порога только в **,**,** или только в **,**,** кепстральных массивах. Таким образом определяется факт начала приема кодограммы. Затем деления принимаемого сигнала в ЭВМ меняется, как показано на эпюре Б рис. 6. В результате каждый последующий рабочий массив данных будет содержать информацию о трех оцифрованных растянутых импульсов кодограммы. Элементы каждого рабочего массива также подвергаются кепстральной обработке, по схеме, представленной на рис. 7. Выделенная таким образом из каждого рабочего массива информация о наличие логического нуля либо единицы, будет составлять основу результирующего массива, представляющего собой расшифрованную кодограмму.

Из приведенного выше следует, что в предлагаемом способе нет необходимости оценивать временное положение каждого импульса, относительно момента времени, заданного системой синхронизации приемника.

Предложенный способ легко реализуем и не требует синхронизации моментов передачи и приема сообщения. Положительный технический эффект способа заключается в том, что отсутствует необходимость использования дополнительного гармонического сигнала для синхронизации моментов передачи и приема сообщения, а значит постановка помехи в области частот гармонического сигнала не влияет на совместную работу источника и приемника сообщений, отсутствует система синхронизации, а следовательно отсутствует необходимость использования специальных генераторов с высокой стабильностью частоты, усложняющих построение приемопередатчиков.

**5 Материалы и методы исследования**

Работоспособность предложенного помехоустойчивого способа выделения закодированной информации, передаваемой потребителю с помощью пачек сверхширокополосных импульсов проверена на математической модели (ММ) системы передачи данных (СПД), которая включала ММ кодовой последовательности сверхширокополосных импульсов, передающей антенны, канала связи, приемной антенны и математическую модель предлагаемого метода обработки СШП импульсов. Для получения ММ приемной и передающей антенны использовалась лабораторная установка, состоящая из генератора СШП импульсов TMГ075045ВО01, стробоскопического осциллографа ТМР8220 и двух идентичных СШП рупорных антенн (рис. 10).



Рупорная передающая антенна

Генератор СШП

импульсов TMГ075045ВО01

Стробоскопический осциллограф ТМР8220

Рупорная приемная антенна

Рисунок 10 – Лабораторная установка

На основе измеренных с помощью стробоскопического осциллографа параметров СШП сигналов на выходе генератора и приемной антенны осуществлялся расчет импульсных характеристик приемной и передающей антенн. При этом приемная и передающая антенна рассматривались в виде четырехполюсников с одинаковыми коэффициентами передачи. На основе теории четырехполюсников находились импульсные характеристики приемной и передающей антенн, используемые затем в ММ СПД. Предложенные ММ позволяли исследовать работоспособность предложенного метода в условиях помех различной интенсивности. Для этого в ММ канала связи осуществлялось сложение кодовой последовательности СШП импульсов с шумом, распределенным по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием и различными дисперсиями.

**6 Патентно-лицензионная ценность научной работы**

Патентно-лицензионная ценность научной работы заключается в том, что в предлагаемом варианте нет необходимости оценивать временное положение каждого импульса относительно момента времени, заданного системой синхронизации приемника. В результате этого определение момента времени начала выделения информации из последовательности принимаемых СШП импульсов осуществляется на основе поиска наличия во временном интервале  заданной длительности двух первых пачек СШП импульсов принимаемой кодограммы.

**7 Результаты, теоретическая и (или) практическая ценность научной работы**

Результаты, практической ценности научной работы представлены в   
таблице 1.

**Таблица 1. Зависимость вероятности верного выделения информации предлагаемым методом от отношения сигнал-шум на входе приемной антенны**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отношение  сигнал/шум,  Q [дБ] | 1 | 6 | 12 | 18 | 24 | 32 | 40 |
| Вероятность верного выделения информации | 0,734 | 0,842 | 0,912 | 0,97 | 0,999 | 0,999 | 0,999 |

Предложенный способ работоспособен и имеет следующие достоинства:

обеспечение асинхронной работы приемника и передатчика;

отсутствие задержки приема сообщения;

высокая скрытность передачи данных за счет использования СШП импульсов в качестве основных носителей информации;

возможность передачи информации со скоростью до 10 Мбит/с .

Предложенный подход может найти применение в перспективных высокоскоростных, скрытных системах передачи данных как гражданского, так и военного назначения. К ограничениям подхода можно отнести необходимость дублирования передаваемого сообщения для повышения вероятности достоверного выделения информации, и уменьшение скорости передачи данных с ростом количества импульсов в пачках.

**8** **Список литературы, опубликованный автором по теме научной работы**

1. Жбанов И. Л. Основные способы синхронизации и выделения закодированной информации из последовательности сверхширокополосных импульсов. // Математическая морфология (Зарегистрировано под номером 0421000004/0043). Том 9. Выпуск 3. Москва, 2010.

2. Жбанов И. Л., Бондаренко Д. Л. Помехоустойчивое асинхронное выделение информации при позиционном кодировании пачек сверхширокополосных импульсов. // Математическая морфология (Зарегистрировано под номером 0421000004/0027). Том 9. Выпуск 2. Москва, 2010.

3. Жбанов И. Л., Силаев Н. В. Гомоморфно-корреляционная обработка кодовой последовательности сверхширокополосных импульсов при позиционном кодировании. // Математическая морфология. (Зарегистрировано под номером 0421000004/0026) Том 9. Выпуск 2. Москва, 2010.

4. Жбанов И. Л., Силаев Н. В., Ребров А. С., Бондаренко Д. Л.. Полосковый формирующий фильтр сигналов наносекундной длительности. // Труды международного форума по проблемам науки техники и образования. Том 3. Москва: Академия наук о Земле, 2008. С. 31–33.

5. Жбанов И. Л., Силаев Н. В., Митрофанов Д. Г. Асинхронно кепстральный метод извлечения информации из за кодированной последовательности импульсов. Информационно-измерительные и управляющие системы. Том 8. Москва: Радиотехника, 2010. С. 7–15.