

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** **2 812 340** (13) **C1**
(51) МПК
H04K 3/00 (2006.01)
H04K 1/02 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 19.10.2024)
Пошлина: учтена за 3 год с 18.04.2025 по 17.04.2026. Установленный срок для уплаты пошлины за 4 год: с 18.04.2025 по 17.04.2026. При уплате пошлины за 4 год в дополнительный 6-месячный срок с 18.04.2026 по 17.10.2026 размер пошлины увеличивается на 50%.

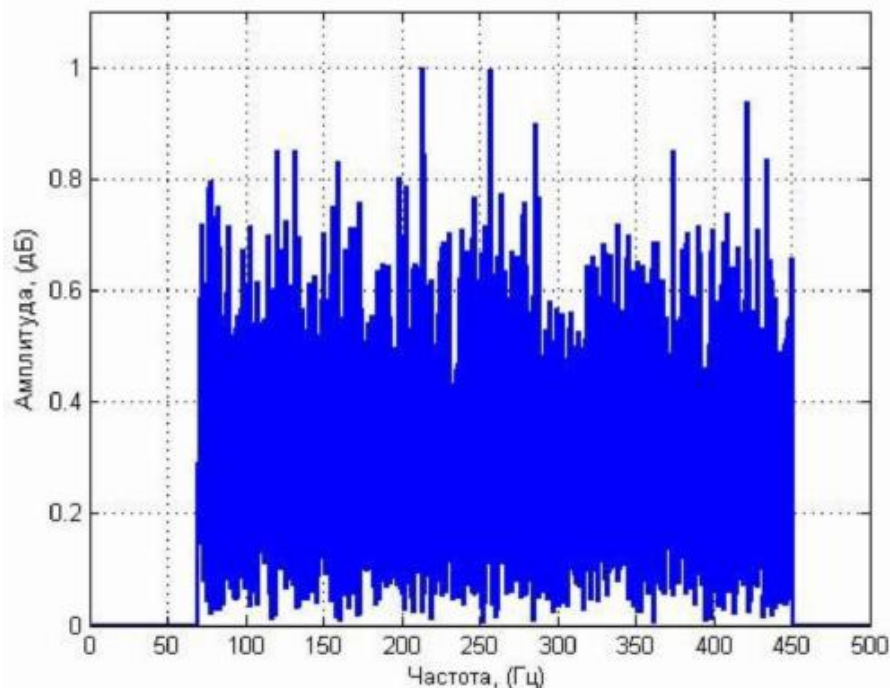
(52) СПК
H04K 3/825 (2023.08); H04K 1/02 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023109685, 17.04.2023 (24) Дата начала отсчета срока действия патента: 17.04.2023 Дата регистрации: 30.01.2024 Приоритет(ы): (22) Дата подачи заявки: 17.04.2023 (45) Опубликовано: 30.01.2024 Бюл. № 4 (56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2602598 C1, 20.11.2016. RU 2450458 C1, 10.05.2012. RU 2622631 C1, 16.06.2017. RU 2232475 C1, 10.07.2004. RU 2282941 C1, 27.08.2006. CN 112104439 A, 18.12.2020. CN 107483142 A, 15.12.2017. CN 110753961 A, 04.02.2020. Адрес для переписки: 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, лит. А, ГУАП, ЦКНИ	(72) Автор(ы): Дворников Сергей Сергеевич (RU), Дворников Сергей Викторович (RU), Дворников Александр Сергеевич (RU), Гудков Михаил Александрович (RU), Сорокин Константин Николаевич (RU), Башлаков Павел Владимирович (RU) (73) Патентообладатель(и): Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения" (RU)
--	---

(54) Способ формирования и обработки сигнала, встроенного в маскирующую помеху

(57) Реферат:
Изобретение относится к области радиосвязи и может быть использовано для передачи конфиденциальной информации по каналам радиосвязи с ограниченным частотным ресурсом. Техническим результатом изобретения является повышение конфиденциальности информации путем изменения ширины полосы информационного сигнала, встраиваемого в структуру маскирующей помехи. Способ формирования и обработки сигнала, встроенного в маскирующую помеху дополнительно заключается в том, что для каждого изменения значения несущей частоты полезного сигнала задают свое значение символьной скорости передачи сигнала и при каждом изменении значения несущей частоты полезного сигнала изменяют значение символьной скорости передачи сигнала, структуру маскирующей помехи для каждого значения несущей частоты полезного сигнала выбирают с учетом того, что каждое изменение символьной скорости передачи сигнала приводит к изменению ширины занимаемой им полосы спектра частот, при выделении сигнала на каждой несущей частоте учитывают изменение структуры маскирующей помехи с учетом того, что каждое изменение символьной скорости передачи сигнала приводит к изменению ширины занимаемой им полосы спектра частот. Изменения символьной

скорости передачи сигнала известны на приемной стороне. 6 ил.



Фиг. 6

Изобретение относится к области радиосвязи и может быть использовано для передачи конфиденциальной информации по каналам радиосвязи с ограниченным частотным ресурсом.

Известен «Способ защиты информационного обмена в локальной системе радиосвязи» (Патент РФ №2114513, МПК H04K 3/00, опубл. 27.06.1998, бюл. №18). В известном способе защита информационного обмена в локальной системе основана на уменьшении отношения сигнал/шум (ОСШ) для приемников, принимающих попытку несанкционированного доступа к передаваемой информации. Для гарантированной защиты при всех всевозможных ситуациях обеспечивают ОСШ меньше единицы за счет того, что во время работы системы радиосвязи непрерывно излучают за периметр системы и вверх шумовые сигналы, имеющие мощность большую, чем мощность рабочих сигналов в системе радиосвязи, и которые перекрывают всю полосу частот, используемую в системе.

Реализация известного способа предполагает наличие двух подсистем: создания шумовой помехи и информационного обмена. Абонентские радиостанции защищают от шумового воздействия, используя априорную информацию о структуре помехи.

Недостатки известного способа заключаются в том, что повышение конфиденциальности передачи информации возможно только на ограниченной территории, на которой размещены антенны передатчиков, создающих шумовую помеху, осуществлять передачу информации вне контура невозможно.

Известен «Способ защиты информации и система радиосвязи с повышенной разведзащищенностью» (Патент РФ №2253184, МПК H04K 3/00, опубл.: 27.05.2005, бюл.: 15)

В известном способе в систему радиосвязи, содержащую информационную подсистему и подсистему шумовой помехи, а также элементы информационной подсистемы, элементы подсистемы создания шумовой помехи, введен блок сопряжения элементов подсистем, обеспечивающий постановку заградительных помех в свободные промежутки времени и на разрешенных частотах, включенный между элементами информационной подсистемы и подсистемы создания шумовой помехи, элементы информационной подсистемы и элементы подсистемы создания шумовой помехи интегрированы в единый мобильный комплекс, причем каждый элемент информационной подсистемы выполнен в виде многоканальной радиостанции с временным разделением каналов, а каждый элемент подсистемы создания шумовой помехи выполнен в виде передатчиков заградительных помех (ПЗП) на базе автостохастических генераторов.

Недостатком известного способа является то, что подсистема создания шумовой помехи обеспечивает постановку заградительной помехи в свободные промежутки

времени, то есть заградительная помеха размещается во временной, а не спектральной области, следовательно при длительном анализе возможно определить информационные и шумовые заградительные компоненты сигнала, во временной области, что приведет к уменьшению конфиденциальности передачи информации.

Наиболее близким по своей технической сущности к заявляемому способу, является «Способ формирования и обработки сигнала, встроенного в маскирующую помеху» (Патент РФ №2790098 МПК H04K 1/02, опубл.: 14.02.2023 Бюл. №5).

В способе-прототипе формируют полезный сигнал и маскирующую помеху на передающей стороне радиолинии в виде аддитивной смеси, причем несущую частоту полезного сигнала выбирают таким образом, чтобы занимаемый им частотный спектр находился в пределах полосы частот, занимаемой маскирующей помехой, при этом структуру маскирующей помехи выбирают такой, чтобы на частотных позициях занимаемых полезным сигналом спектральные компоненты маскирующей помехи отсутствовали или же значение модуля их амплитуд не превышало 5% от значений модуля амплитуд спектральных компонент полезного сигнала, а на остальных частотных позициях, не занятых полезным сигналом, амплитуда спектральных компонент маскирующей помехи по модулю была равной амплитуде спектральных компонент полезного сигнала, передают полезный сигнал и маскирующую помеху в виде аддитивной смеси по радиолинии, а принимают и выделяют полезный сигнал путем компенсации маскирующей помехи в результате когерентной обработки на приемной стороне радиолинии, отличающийся тем, что периодически изменяют значение несущей частоты полезного сигнала в пределах полосы частот, занимаемой маскирующей помехой, и соответствующую ему структуру маскирующей помехи, причем порядок изменения значений несущей частоты полезного сигнала и соответствующие им изменения структуры маскирующей помехи, а также время работы радиолинии на текущей несущей частоте изначально известны и на передающей стороне, и на приемной стороне, при этом продолжительность непрерывной работы радиолинии на одной несущей частоте выбирают таким образом, чтобы она не превышала 1% от общего времени передачи сообщения от передающей стороны на приемную сторону.

Недостатком способа-прототипа является то, что работа радиолинии происходит строго на одной скорости, т.е. в пределах одной и той же полосы пропускания канала, что снижает конфиденциальность передачи информации.

Задачей изобретения является создание способа передачи информации, который позволит повысить конфиденциальность передачи информации.

Техническим результатом является повышение конфиденциальности информации путем изменения ширины полосы информационного сигнала, встраиваемого в структуру маскирующей помехи.

Технический результат достигается тем, что в способе формирования и обработки сигнала, встроенного в маскирующую помеху, заключающимся в том, что на приемной и передающей стороне определяют порядок изменения значений несущей частоты полезного сигнала и ширину полосы спектра полезного сигнала, причем несущую частоту полезного сигнала выбирают таким образом, чтобы занимаемый им частотный спектр находился в пределах полосы частот, занимаемой маскирующей помехой, задают структуру маскирующей помехи такой, чтобы на частотных позициях занимаемых полезным сигналом спектральные компоненты маскирующей помехи отсутствовали или же значение модуля их амплитуд не превышало 5% от значений модуля амплитуд спектральных компонент полезного сигнала, а на остальных частотных позициях, не занятых полезным сигналом, амплитуда спектральных компонент маскирующей помехи по модулю была равной амплитуде спектральных компонент полезного сигнала, формируют полезный сигнал и маскирующую помеху на передающей стороне радиолинии в виде аддитивной смеси для каждого значения несущей частоты полезного сигнала, передают полезный сигнал и маскирующую помеху в виде аддитивной смеси по радиолинии, при этом периодически изменяют значение несущей частоты полезного сигнала в пределах полосы частот, занимаемой маскирующей помехой, принимают и выделяют полезный сигнал путем компенсации маскирующей помехи в результате когерентной обработки на приемной стороне радиолинии, причем указанную процедуру приема выполняют на каждой несущей частоте, отличающийся тем, что для каждого изменения значения несущей частоты полезного сигнала, задают свое значение символьной скорости передачи сигнала, причем указанные изменения символьной скорости передачи сигнала известны на приемной стороне, а структуру маскирующей помехи для каждого значения несущей частоты полезного сигнала выбирают с учетом того, что каждое изменение символьной скорости передачи сигнала приводит к изменению ширины

занимаемой им полосы спектра частот, при каждом изменении значения несущей частоты полезного сигнала, изменяют значение символьной скорости передачи сигнала, и при выделении сигнала на каждой несущей частоте учитывают изменение структуры маскирующей помехи с учетом того, что каждое изменение символьной скорости передачи сигнала приводит к изменению ширины занимаемой им полосы спектра частот.

Благодаря новой совокупности существенных признаков, заключающихся в том, что согласованно на приемной и передающей сторонах для каждого изменения значения несущей частоты полезного сигнала, задают свое значение символьной скорости передачи сигнала, что определяет ширину полосы частот полезного сигнала в шумоподобном сигнале, что приводит к повышению конфиденциальности передачи информации, поскольку не обладая априорными данными, сторонний наблюдатель не сможет определить параметры информационного сигнала.

Заявленный способ поясняется иллюстрациями, на которых:

на фиг. 1 - информационная последовательность;

на фиг. 2 - модули спектра полезного сигнала, в случае низкой символьной скорости передачи в полезном сигнале;

на фиг. 3 - модули спектра полезного сигнала, в случае высокой символьной скорости передачи в полезном сигнале;

на фиг. 4 - модули спектра шумового сигнала, в случае низкой символьной скорости передачи в полезном сигнале;

на фиг. 5 - модули спектров шумового сигнала, в случае высокой символьной скорости передачи в полезном сигнале;

на фиг. 6 - модуль спектра суммарного сигнала, представляющего аддитивную сумму полезного сигнала и маскирующей помехи.

Реализация заявленного способа осуществляется следующим образом.

На передающей стороне формируют полезный сигнал и формируют маскирующую помеху. Причем маскирующую помеху формируют таким образом, чтобы спектр полезного сигнала располагался в пределах полосы частот, занимаемой маскирующей помехой. При этом структуру маскирующей помехи выбирают такой, чтобы на частотных позициях занимаемых полезным сигналом ее спектральные компоненты отсутствовали или же значение модуля их амплитуд не превышало 5% от значений модуля амплитуд спектральных компонент полезного сигнала. А на остальных частотных позициях, не занятых полезным сигналом, амплитуда спектральных компонент маскирующей помехи по модулю была бы равной амплитуде спектральных компонент полезного сигнала.

При этом периодически изменяют значение несущей частоты и ширину полосы частот полезного сигнала в пределах полосы частот, занимаемой маскирующей помехой, в зависимости от символьной скорости передачи. А вместе с изменением значения несущей частоты изменяют и соответствующую ему (значению несущей частоты) структуру маскирующей помехи. И изменяют структуру маскирующей помехи таким образом, чтобы на частотных позициях занимаемых полезным сигналом ее спектральные компоненты отсутствовали или же значение модуля их амплитуд не превышало 5% от значений модуля амплитуд спектральных компонент полезного сигнала.

Порядок изменения значений несущей частоты и ширины полосы частот полезного сигнала, и соответствующие им изменения структуры маскирующей помехи, а также время работы радиoliniи на текущей несущей частоте изначально известны и на передающей стороне, и на приемной стороне.

В качестве примера на фиг. 2 и 3 показаны модули спектров полезного сигнала, а на фиг. 4 и 5 маскирующей помехи, удовлетворяющие указанным выше условиям.

Поскольку полезный сигнал и маскирующая помеха формируются в одном радиопередающем тракте, то на выходе радиопередающего тракта будет суммарный сигнал, представляющий аддитивную смесь полезного сигнала и маскирующей помехи, причем спектр суммарного сигнала будет по своей структуре близок к спектру маскирующей помехи, у которой все спектральные коэффициенты имеют примерно равные значения.

В качестве примера на фиг. 6 представлен модуль спектра суммарного сигнала, спектральные коэффициенты которого имеют примерно равные значения, в условиях канальных шумов.

Сигнал, встроенный в помеху, становится недоступным для средств радиоприема, которым неизвестны параметры полезного сигнала.

Принимают и выделяют полезный сигнал путем компенсации маскирующей помехи в результате когерентной обработки на приемной стороне радиoliniи.

Реализация указанных процедур осуществляется в результате вычитания маскирующей помехи из принятого суммарного сигнала. На практике такая операция реализуется путем фильтрации посредством фильтра, амплитудно-частотная характеристика которого соответствует структуре маскирующей помехи, в которую встраивают полезный сигнал.

Предложенное техническое решение предполагает периодическую смену несущей частоты, ширины полосы частот полезного сигнала, и согласованную с этим изменение структуры маскирующей помехи. Такой подход позволит повысить конфиденциальность передачи информации по отношению к стороннему наблюдателю. У которого не будет априорной информации о параметрах полезного сигнала встроенного в маскирующую помеху.

Реализация изобретения осуществляется последовательностью выполнения следующих технических процедур.

П.1 Формируют информационный сигнал.

П.2 На приемной и передающей стороне определяют порядок изменения значений несущей частоты и ширину полосы спектра полезного сигнала. При этом несущую частоту полезного сигнала выбирают таким образом, чтобы занимаемый им частотный спектр находился в пределах полосы частот, занимаемой маскирующей помехой.

П.3 На приемной и передающей стороне структуру маскирующей помехи выбирают такой, чтобы на частотных позициях занимаемых полезным сигналом спектральные компоненты маскирующей помехи отсутствовали или же значение модуля их амплитуд не превышало 5% от значений модуля амплитуд спектральных компонент полезного сигнала, а на остальных частотных позициях, не занятых полезным сигналом, амплитуда спектральных компонент маскирующей помехи по модулю была равной амплитуде спектральных компонент полезного сигнала.

П.4 При этом задают структуру маскирующей помехи для каждого значения несущей частоты полезного сигнала, определяемого в П.2, таким образом, чтобы она соответствовала требованиям П.3.

П.5 Формируют полезный сигнал и маскирующую помеху на передающей стороне радиолинии в виде аддитивной смеси.

При этом процедуру П.5 осуществляют для каждого значения несущей частоты полезного сигнала, определяемой в соответствии с П.2.

П.6 Передают полезный сигнал и маскирующую помеху в виде аддитивной смеси по радиолинии. При этом периодически изменяют значение несущей частоты полезного сигнала в пределах полосы частот, занимаемой маскирующей помехой в соответствии с П.3.

П.7 Принимают и выделяют полезный сигнал путем компенсации маскирующей помехи в результате когерентной обработки на приемной стороне радиолинии. При этом указанную процедуру приема выполняют на каждой несущей частоте, определяемой П.2.

Процедуры формирования и приема полезного сигнала и маскирующей помехи по радиоканалу известны, см. («Способ защиты информации и система радиосвязи с повышенной разведзащищенностью», Патент РФ №2253184, МПК H04L 9/00, опубл.: 27.05.2005, Бюл. №15, а также «способ радиоподавления каналов связи» Патент РФ №2450458, МПК H04K 3/00, опубл.: 10.05.2012 Бюл. №13).

Процедуры формирования и приема полезного сигнала и маскирующей помехи по радиоканалу известны из («Способ защиты информации и система радиосвязи с повышенной разведзащищенностью», Патент РФ №2253184, МПК H04L 9/00, опубл.: 27.05.2005, Бюл. №15, а также «Способ радиоподавления каналов связи» Патент РФ №2450458, МПК H04K 3/00, опубл.: 10.05.2012 Бюл. №13).

Процедуры формирования аддитивной смеси полезного сигнала и маскирующей помехи, в роли которой может выступать гауссов шум известны из (с.124, Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. М.: Вильямс, 2003. 1104 с.).

Процедуры когерентной обработки сигналов (реализация операции аддитивного вычитания маскирующей помехи) известны из (с.207, Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. М.: Вильямс, 2003. 1104 с.).

Процедуры формирования спектров сигналов, а также технических особенностей их когерентного приема и обработки известны, из «Когерентная радиолиния», патент РФ №2329608, опубл.: 20.07.2008 Бюл. №20.

Процедуры работы радиолинии на различных частотах известны из («Способ адаптивной передачи данных в радиолинии с псевдослучайной перестройкой рабочей

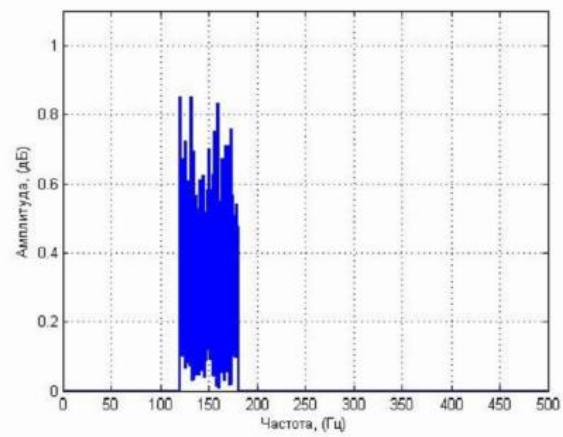
частоты», патент РФ №2707572, опубл.: 28.11.2019, Бюл. №34.

Процедуры фильтрации известны из («Способ автоматического обнаружения узкополосных сигналов, патент РФ №2382495, опубл.: 20.02.2010 Бюл. №5.

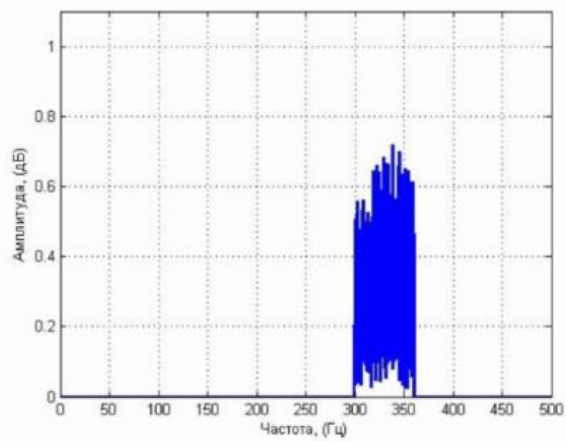
Таким образом, в заявляемом способе при его реализации за счет выполнения процедур формирования полезного сигнала и маскирующей помехи на передающей стороне в одном радиопередающем устройстве, в выборе несущей частоты и ширины полосы спектра частот таким образом, чтобы спектр сигнала находился в пределах полосы частот, занимаемой маскирующей помехой, а также выборе такой структуры маскирующей помехи, чтобы ее спектральные компоненты на частотных позициях занимаемых полезным сигналом отсутствовали или же значение модуля их амплитуд не превышало 5% от значений модуля амплитуд спектральных компонент полезного сигнала, а на остальных частотных позициях, не занятых полезным сигналом, амплитуда спектральных компонент маскирующей помехи по модулю была бы равной амплитуде спектральных компонент полезного сигнала, обеспечивается повышение конфиденциальности передаваемой информации, поскольку ширина полосы частот полезного сигнала может изменяться в соответствии с требуемой символьной скоростью, а сторонний наблюдатель, не имеющий априорной информации о параметрах полезного сигнала не сможет правильно распознать параметры полезного сигнала.

Формула изобретения

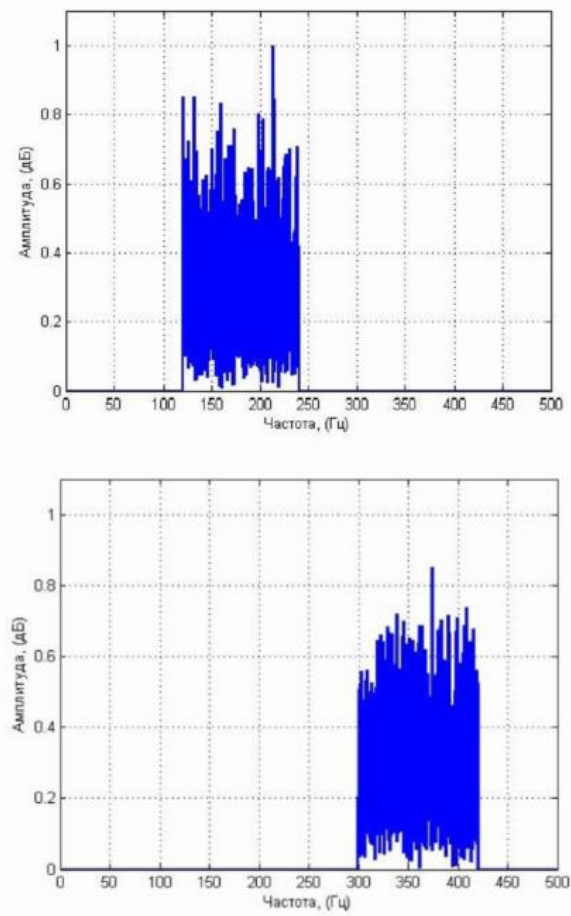
Способ формирования и обработки сигнала, встроенного в маскирующую помеху, заключающийся в том, что на приемной и передающей стороне определяют порядок изменения значений несущей частоты полезного сигнала и ширину полосы спектра полезного сигнала, причем несущую частоту полезного сигнала выбирают таким образом, чтобы занимаемый им частотный спектр находился в пределах полосы частот, занимаемой маскирующей помехой, задают структуру маскирующей помехи такой, чтобы на частотных позициях, занимаемых полезным сигналом, спектральные компоненты маскирующей помехи отсутствовали или же значение модуля их амплитуд не превышало 5% от значений модуля амплитуд спектральных компонент полезного сигнала, а на остальных частотных позициях, не занятых полезным сигналом, амплитуда спектральных компонент маскирующей помехи по модулю была равной амплитуде спектральных компонент полезного сигнала, формируют полезный сигнал и маскирующую помеху на передающей стороне радиолинии в виде аддитивной смеси для каждого значения несущей частоты полезного сигнала, передают полезный сигнал и маскирующую помеху в виде аддитивной смеси по радиолинии, при этом периодически изменяют значение несущей частоты полезного сигнала в пределах полосы частот, занимаемой маскирующей помехой, принимают и выделяют полезный сигнал путем компенсации маскирующей помехи в результате когерентной обработки на приемной стороне радиолинии, причем указанную процедуру приема выполняют на каждой несущей частоте, отличающийся тем, что для каждого изменения значения несущей частоты полезного сигнала задают свое значение символьной скорости передачи сигнала, причем указанные изменения символьной скорости передачи сигнала известны на приемной стороне, а структуру маскирующей помехи для каждого значения несущей частоты полезного сигнала выбирают с учетом того, что каждое изменение символьной скорости передачи сигнала приводит к изменению ширины занимаемой им полосы спектра частот, при каждом изменении значения несущей частоты полезного сигнала изменяют значение символьной скорости передачи сигнала, и при выделении сигнала на каждой несущей частоте учитывают изменение структуры маскирующей помехи с учетом того, что каждое изменение символьной скорости передачи сигнала приводит к изменению ширины занимаемой им полосы спектра частот.



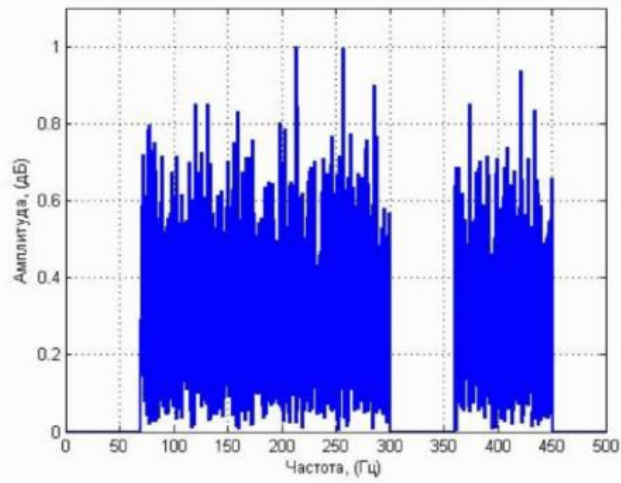
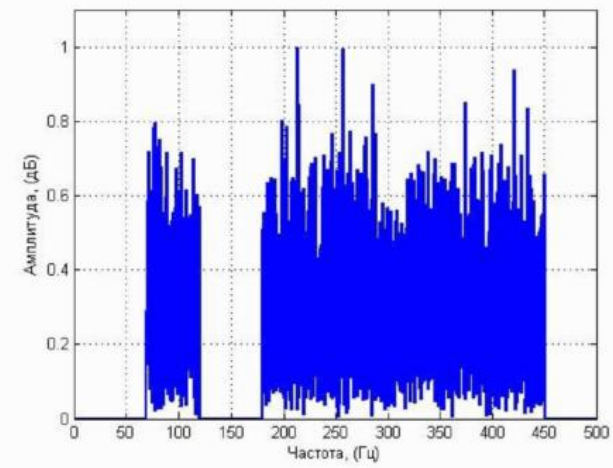
Фиг. 1



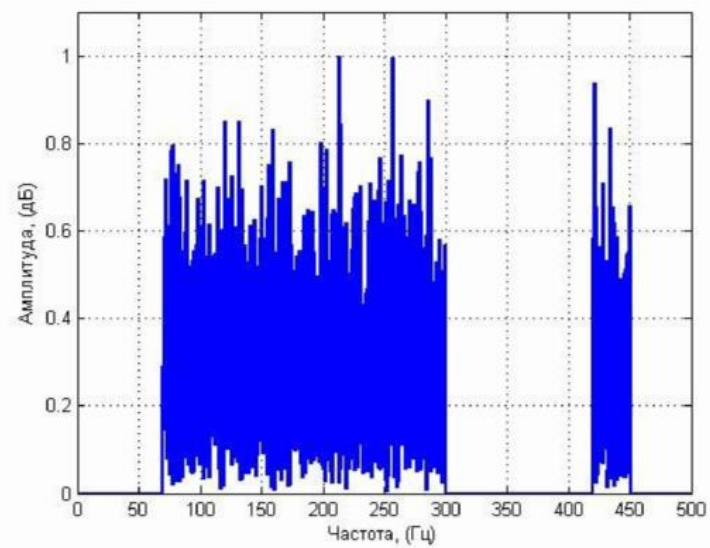
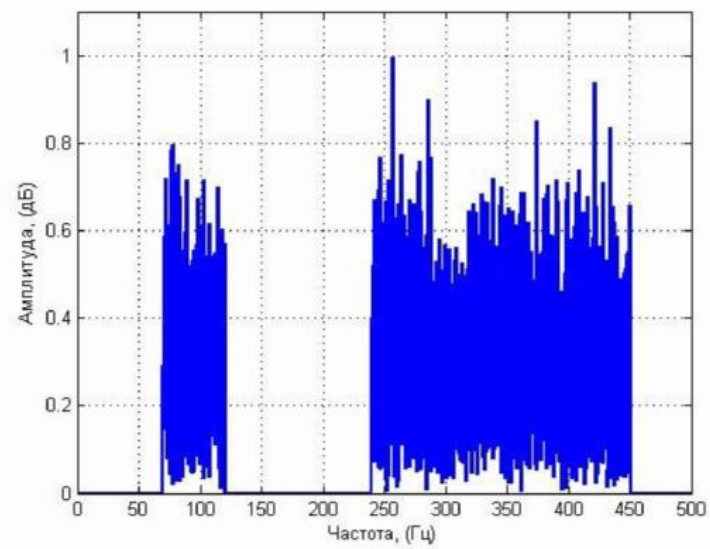
Фиг. 2



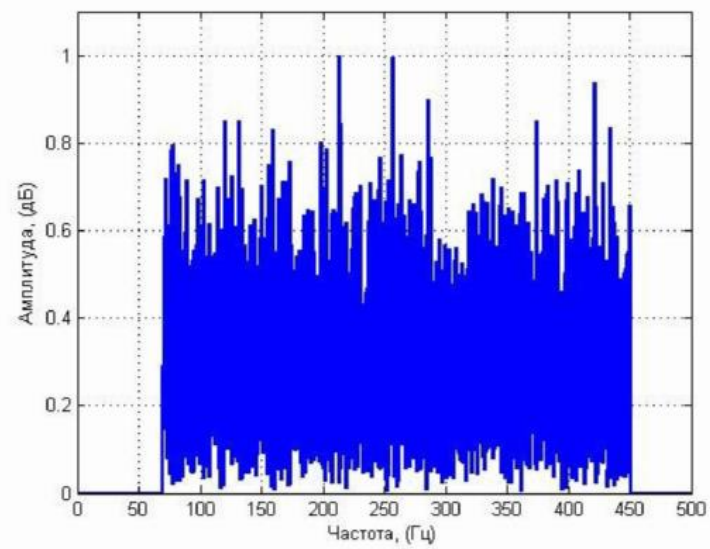
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6