

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 871 676** (13) **C1**

(51) МПК

[G01S 13/88 \(2006.01\)](#)[G01S 7/38 \(2006.01\)](#)[G01S 7/495 \(2006.01\)](#)[G01S 19/01 \(2010.01\)](#)[H04K 3/00 \(2006.01\)](#)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 20.10.2026)
 Пошлина: учтена за 5 год с 04.04.2030 по 03.04.2031. Установленный срок для уплаты пошлины за 6 год: с 04.04.2030 по 03.04.2031. При уплате пошлины за 6 год в дополнительный 6-месячный срок с 04.04.2031 по 03.10.2031 размер пошлины увеличивается на 50%.

Начисление для уплаты
пошлины за поддержание
патента в силе

(52) СПК

G01S 7/38 (2026.08); G01S 7/495 (2026.08); G01S 13/88 (2026.08); G01S 19/01 (2026.08); G01S 19/015 (2026.08); G01S 19/21 (2026.08); H04K 3/00 (2026.08); H04K 3/40 (2026.08); H04K 3/45 (2026.08); H04K 3/62 (2026.08)

(21)(22) Заявка: [2026109641](#), 03.04.2026(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.04.2026Дата регистрации:
12.10.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.04.2026

(45) Опубликовано: [12.10.2026](#) Бюл. № [29](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2647872 C1, 21.03.2018. RU 2420760 C2, 10.06.2011. RU 2613035 C1, 14.03.2017. RU 2732486 C1, 17.09.2020. RU 2696558 C1, 05.08.2019. ГУЛИДОВ А.А. Методический аппарат реализации процедур постановки низко-энергетических помех в каналах спутниковой связи // Информация и космос. 2017, N 1. Сс. 74-80. CN 120675664 A, 19.09.2025. US 2007004331 A1,

04.01.2007.

Адрес для переписки:

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, лит. А, ФГАОУ ВО "СПбГУАП", ЦКНИ

(72) Автор(ы):

Селиванов Сергей Владимирович (RU),
Васильева Дина Владимировна (RU),
Дворников Сергей Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

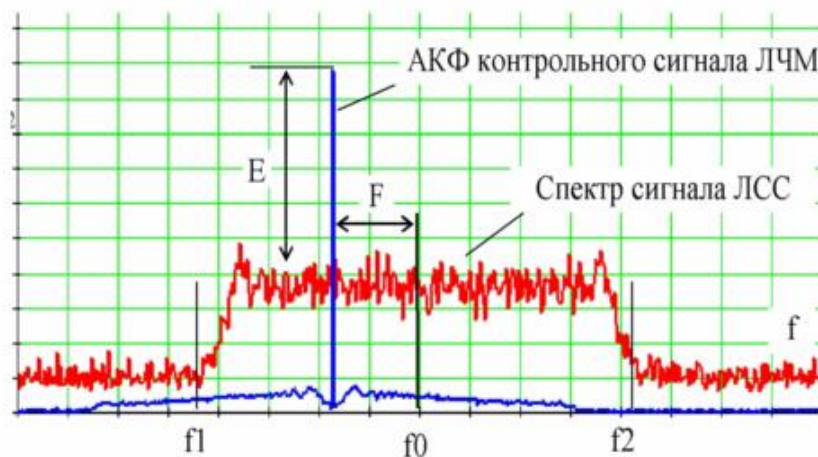
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения" (RU)

(54) Способ оценки эффективности радиоподавления сигналов линий спутниковой связи

(57) Реферат:

Изобретение относится к области радиотехники, а именно к способам оценки частотных параметров помех в линиях спутниковой связи (ЛСС) методом неразрушающего контроля. Техническим результатом является возможность оценки эффективности радиоподавления (РП) для помех с низкими корреляционными свойствами, при которой не будет происходить нарушение работы ЛСС. В заявленном способе вместо реальных помех, которые могут иметь плохие корреляционные свойства, для оценки их частотных и энергетических параметров, без нарушения работы ЛСС, используют контрольный сигнал линейной частотной модуляции. А при

оценке эффективности РП дополнительно учитывают полосу частот, занимаемую сигналом ЛСС. 1 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к области радиотехники, а именно к способам оценки частотных параметров помех в линиях спутниковой связи (ЛСС) методом неразрушающего контроля.

Из уровня техники известны источники информации, в которых описаны способы радиомониторинга и радиоподавления (РП) сигналов ЛСС (см., например, патенты RU 2316899, RU 2123238, US 4103237). Однако в них не рассматриваются вопросы оценки частотных параметров помех в ЛСС и точности подстройки спектра помехи к спектру сигнала.

Известен «Способ оценки эффективности радиоподавления сигнала спутниковой связи путем воздействия помехами на приемные системы ретрансляторов и устройство для его реализации» (Патент РФ №2420760 МПК G01S 13/88, опуб. 10.06.2011, Бюл. №16)

В известном способе оценки эффективности РП сигнала спутниковой связи (ССС) при воздействии помехами по входу приемной системы ретранслятора измеряют с помощью станции помех спутниковой связи (СПСС) несущую (центральную) частоту и уровень мощности СССР в отсутствие помех и при воздействии помех. Затем на основе этих данных вычисляют отношение мощностей и расстройку несущей (центральной) частоты СССР в отсутствие помех и при воздействии помех. Сравнивают полученное значение расстройки несущей (центральной) частоты с допустимым значением расстройки несущей (центральной) частоты и, если полученное значение расстройки превышает допустимое, принимают решение о подстройке частоты СССР при воздействии помех. Сравнивают полученное значение отношения мощностей СССР в отсутствие помех и при воздействии помех с допустимым значением указанных мощностей и по результатам сравнения с допустимым значением оценивают эффективность РП СССР при воздействии помехами по входу приемной системы ретранслятора.

Недостатком известного способа является ограниченная область его использования, поскольку заявленное в нем техническое решение позволяет оценивать эффективность РП только в условиях непосредственного деструктивного воздействия помехами на приемные системы ретрансляторов, т.е. в условиях практической работы СПСС, при которых происходит нарушение работы спутниковой связи.

Наиболее близким аналогом (способом-прототипом) по технической сущности к заявленному способу является «Способ оценки эффективности радиоподавления сигнала спутниковой связи» (Патент РФ №2647872, опубл. 21.03.2018 Бюл. №9)

В способе-прототипе оценки эффективности РП СССР при воздействии помехами по входу приемной системы ретранслятора, заключающегося в том, что измеряют с помощью СПСС несущую частоту и уровень мощности СССР в отсутствие помех и при воздействии помех. По измеренным данным вычисляют отношение мощностей и расстройку несущей частоты СССР в отсутствие помех и при воздействии помех, сравнивают полученное значение расстройки несущей частоты с допустимым значением расстройки несущей частоты и, если полученное значение расстройки превышает допустимое, принимают решение о подстройке частоты СССР при воздействии помех. Сравнивают полученное значение отношения мощностей СССР в

отсутствие помех и при воздействии помех с допустимым значением отношений указанных мощностей и по результатам сравнения с допустимым значением оценивают эффективность РП ССС при воздействии помехами по входу приемной системы ретранслятора. Дополнительно вычисляют уровень шума в ЛСС, а перед воздействием помех излучаемую мощность помехи снижают до такого уровня, чтобы уровень помехи в ЛСС не превышал измеренный уровень шума. Причем сформированную помеху запоминают, а уровень мощности ССС и расстройку несущей частоты ССС при воздействии помех измеряют только после процедуры определения уровня корреляции ССС при воздействии помех с запомненной сформированной помехой.

Недостаток ближайшего аналога в том, что он основан на высоких корреляционных свойствах помехи, что не применимо для помех шумоподобной структуры.

Задачей изобретения является разработка способа, использующего сигнал с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) для оценки частотных и энергетических параметров помехи без нарушения работы ЛСС.

Техническим результатом является возможность оценки эффективности РП для помех с низкими корреляционными свойствами, при которой не будет происходить нарушение работы ЛСС.

Технический результат достигается тем, что в способе оценки эффективности радиоподавления сигналов линий спутниковой связи, заключающийся в том, что вычисляют уровень шума в линии спутниковой связи, измеряют значение несущей частоты и уровень мощности сигнала линии спутниковой связи в отсутствие помех, вычисляют реальную полосу частот, занимаемую сигналом спутниковой связи в отсутствие помех, дополнительно используют контрольный сигнал линейной частотной модуляции (ЛЧМ), предварительно рассчитывают мощность контрольного ЛЧМ-сигнала таким образом, чтобы его спектральная плотность мощности в полосе приемного тракта линии спутниковой связи была заведомо ниже спектральной плотности шума, формируют контрольный ЛЧМ-сигнал и излучают его в момент сеанса связи в линии спутниковой связи, излучаемую мощность контрольного ЛЧМ-сигнала снижают до такого уровня, чтобы ее уровень в линии спутниковой связи не превышал измеренный уровень шума, осуществляют корреляционный прием контрольного ЛЧМ-сигнала, вычисляют расстройку несущей частоты контрольного ЛЧМ-сигнала, сравнивают полученное значение расстройки несущей частоты с допустимым значением, если полученное значение расстройки превышает допустимое, принимают решение о подстройке частоты контрольного ЛЧМ-сигнала, измеряют уровень мощности контрольного ЛЧМ-сигнала над уровнем шумов и сигнала линии спутниковой связи с учетом его корреляционного приема, пересчитывают отношения мощностей излученного контрольного ЛЧМ-сигнала с учетом его корреляционного приема к мощности излучаемой помехи, при условии, что излучаемая помеха обеспечит требуемую эффективность радиоподавления, с учетом полосы частот, занимаемой сигналом линии спутниковой связи, при этом сравнивают полученное значение отношения мощностей с допустимым значением, по результатам сравнения оценивают эффективность радиоподавления.

Заявленный способ поясняется чертежами:

Фиг. 1 - спектр сигнала ЛСС в полосе приема и корреляционная функция контрольного сигнала ЛЧМ.

Сущность заявляемого способа основана на следующем факте. Известно (см. Адаптивная фильтрация маскированных речевых сигналов: Метод. указ. к лаб. работе по дисц. «Цифровая обработка речи и изображений» и «Защита речевых сообщений и объектов связи от несанкционированного перехвата» для студ. спец. «Сети телекоммуникаций» дневной и заочной форм обуч./ сост. А.А. Борискевич, Е.Д. Кривошеев, В.И. Фалалеев. - Минск: БГУИР, 2004. - 23 с.), что наиболее эффективными являются помехи типа розовый шум и комбинация белого и розового шумов. То есть такие помехи при одинаковой мощности с другими помехами обеспечивают наилучшее РП. Но такие помехи обладают плохими корреляционными свойствами и их нельзя использовать в соответствии со способом-прототипом для оценки эффективности РП сигналов ЛСС.

Вместе с тем известно, что сигналы ЛЧМ обладают высокими корреляционными свойствами (см. Власова К.В., Волхонская Е.В., Коротей Е.В., Пахотин В.А. Разрешающая способность сигналов с линейной частотной модуляцией // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - №5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14947> (дата обращения: 04.01.2024)).

Поэтому предлагается использовать для оценки частотных и энергетических параметров помехи сигналы ЛЧМ, обладающих большой базой, что позволит их передавать в ЛСС под уровнем канальных шумов, тем самым реализовать принцип неразрушающего контроля.

Реализация заявляемого способа осуществляется при условии, что пост приема контрольного сигнала ЛЧМ расположен в пределах того же пятна, формируемого антенной системой со спутника ретранслятора, в пределах которого располагается пост приема сигналов ЛСС.

Реализация заявляемого способа осуществляется следующим образом.

П.1 Вычисляют уровень шума в ЛСС.

Реализация аналогична способу-прототипу.

П.2 Измеряют значение несущей частоты и уровень мощности ССС в отсутствие помех. А также вычисляют реальную полосу частот, занимаемую ССС в отсутствие помех.

Реализация аналогична способу-прототипу.

Способы измерения реальной полосы частот, занимаемой сигналом известны, см. (Патент №2640431 С1 Российская Федерация, МПК G01R 23/00. Способ выбора скорости передачи элементов сигнала в радиомодемах : №2016126585 : заявл. 01.07.2016 : опубл. 09.01.2018 / Д.В. Зайцев, С.В. Дворников, С.С. Дворников [и др.]; заявитель Акционерное Общество "Научно-исследовательский институт автоматизированных систем и комплексов связи "Нептун").

П.3 Рассчитывают мощность контрольного сигнала ЛЧМ, чтобы его спектральная плотность мощности в полосе приемного тракта была заведомо ниже спектральной плотности шума.

Энергетические расчеты известны см. (Шумоподобные сигналы в системах передачи информации. Под ред. проф В.Б. Пестрякова. М., «Сов. радио», 1973, с. 424) и (Эффективность систем военной связи: учеб.-метод. Пособие / И.О. Мачихо [и др.]. - Минск: БГУИР, 2017. - 102 с.).

П.4 Формируют контрольный сигнал ЛЧМ и излучают его в момент сеанса связи в ЛСС.

Реализация аналогична способу-прототипу. Формирование сигналов ЛЧМ известно, см. (Иванов, Д.В. Формирование и контроль качества ЛЧМ-сигналов с большой базой : специальность 05.12.13 "Системы, сети и устройства телекоммуникаций" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иванов Дмитрий Валентинович. - Москва, 1998. - 23 с.)

П.5 Излучаемую мощность сигнала ЛЧМ снижают до такого уровня, чтобы его уровень в ЛСС не превышал измеренный уровень шума.

Реализация аналогична способу-прототипу.

П.6 Осуществляют корреляционный прием сигнала ЛЧМ.

Реализация аналогична способу-прототипу. И П.4.

П.7 Вычисляют расстройку несущей частоты сигнала ЛЧМ относительно центральной частоты спектра ССС.

Реализация аналогична способу-прототипу.

П.8 Сравнивают полученное значение расстройки несущей частоты с допустимым значением расстройки несущей частоты, и если полученное значение расстройки превышает допустимое, принимают решение о подстройке частоты сигнала ЛЧМ.

Реализация аналогична способу-прототипу.

П.9 Измеряют уровень мощности сигнала ЛЧМ над уровнем шумов и ССС с учетом корреляционного приема.

Реализация аналогична способу-прототипу.

П.10 Пересчитывают отношения мощностей излученного сигнала ЛЧМ с учетом его корреляционного приема к мощности излучаемой помехи, при условии, что излучаемая помеха обеспечит требуемую эффективность РП с учетом полосы частот, занимаемой сигналом ЛСС.

Реализация аналогична способу-прототипу. Так как эффективность РП линии радиосвязи оценивается отношением мощности помехи к мощности сигнала на входе приемного тракта, при котором обеспечивается требуемое качество приема, то для расчетов могут использоваться методики, представленные, например в (Эффективность систем военной связи: учеб.-метод. Пособие / И.О. Мачихо [и др.]. - Минск: БГУИР, 2017. - 102 с.).

П.11 По результатам сравнения оценивают эффективность РП.

Реализация аналогична способу-прототипу.

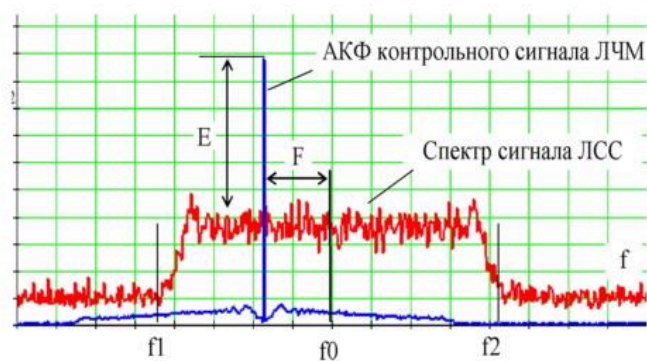
В качестве примера на фиг. 1 показан спектр сигнала ЛСС в пределах полосы частот, ограниченной значениями f_1 и f_2 , с центральной частотой f_0 . Здесь же

изображена автокорреляционная функция (АКФ) сигнала ЛЧМ. Такое представление спектра и АКФ возможно с использованием технических устройств цифровой обработки сигнала.

На фиг. 1 показана расстройка по частоте между АКФ контрольного сигнала ЛЧМ и центральной частотой спектра сигнала ЛСС, обозначенная F , которая является результатом измерений в соответствии с заявляемым способом. Кроме того, на фиг. 1 показаны различия уровней спектра сигнала ЛСС и АКФ контрольного сигнала ЛЧМ, обозначенные как E , которые являются результатом измерений в соответствии с заявляемым способом.

Формула изобретения

Способ оценки эффективности радиоподавления сигналов линий спутниковой связи, заключающийся в том, что вычисляют уровень шума в линии спутниковой связи, измеряют значение несущей частоты и уровень мощности сигнала линии спутниковой связи в отсутствие помех, вычисляют реальную полосу частот, занимаемую сигналом спутниковой связи в отсутствие помех, отличающийся тем, что используют контрольный сигнал линейной частотной модуляции (ЛЧМ), предварительно рассчитывают мощность контрольного ЛЧМ-сигнала таким образом, чтобы его спектральная плотность мощности в полосе приемного тракта линии спутниковой связи была заведомо ниже спектральной плотности шума, формируют контрольный ЛЧМ-сигнал и излучают его в момент сеанса связи в линии спутниковой связи, излучаемую мощность контрольного ЛЧМ-сигнала снижают до такого уровня, чтобы ее уровень в линии спутниковой связи не превышал измеренный уровень шума, осуществляют корреляционный прием контрольного ЛЧМ-сигнала, вычисляют расстройку несущей частоты контрольного ЛЧМ-сигнала, сравнивают полученное значение расстройки несущей частоты с допустимым значением, если полученное значение расстройки превышает допустимое, принимают решение о подстройке частоты контрольного ЛЧМ-сигнала, измеряют уровень мощности контрольного ЛЧМ-сигнала над уровнем шумов и сигнала линии спутниковой связи с учетом его корреляционного приема, пересчитывают отношения мощностей излученного контрольного ЛЧМ-сигнала с учетом его корреляционного приема к мощности излучаемой помехи, при условии, что излучаемая помеха обеспечит требуемую эффективность радиоподавления, с учетом полосы частот, занимаемой сигналом линии спутниковой связи, при этом сравнивают полученное значение отношения мощностей с допустимым значением, по результатам сравнения оценивают эффективность радиоподавления.



Фиг. 1