

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 813 316** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) МПК
H04B 7/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 19.10.2024)
 Пошлина: учтена за 3 год с 09.08.2025 по 08.08.2026. Установленный срок для уплаты пошлины за 4 год: с 09.08.2025 по 08.08.2026. При уплате пошлины за 4 год в дополнительный 6-месячный срок с 09.08.2026 по 08.02.2027 размер пошлины увеличивается на 50%.

(52) СПК

H04B 7/00 (2023.08)(21)(22) Заявка: **2023120773**, **08.08.2023**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.08.2023Дата регистрации:
12.02.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **08.08.2023**(45) Опубликовано: **12.02.2024** Бюл. № **5**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: CN 101267233 A, 17.09.2008. RU 2786043 C1, 16.12.2022. CN 101132204 A, 27.02.2008. WO 2012097733 A1, 26.07.2012. CN 101202587 A, 18.06.2008.

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

**Павлов Андрей Александрович (RU),
 Дворников Сергей Сергеевич (RU),
 Дворников Сергей Викторович (RU),
 Русин Александр Алексеевич (RU),
 Чудаков Андрей Михайлович (RU),
 Поддубный Сергей Сергеевич (RU)**

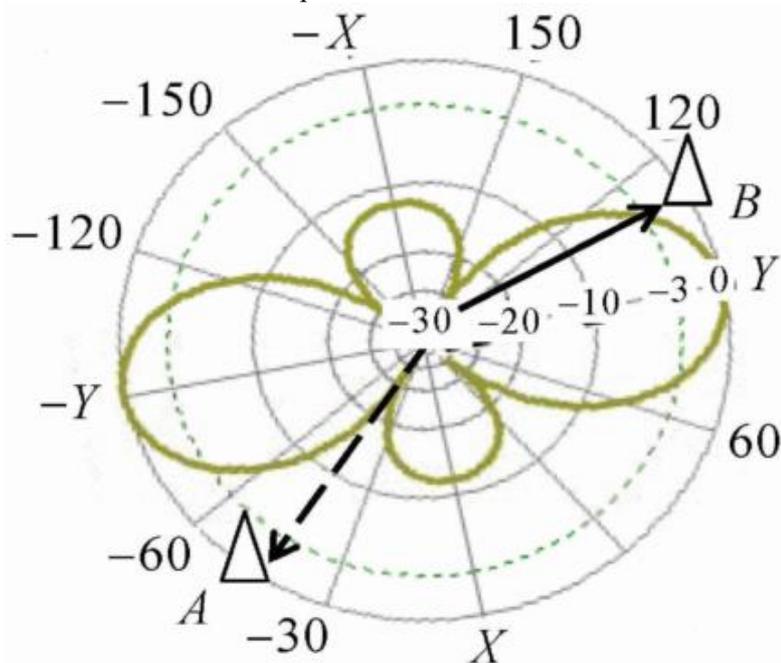
(73) Патентообладатель(и):

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

(54) Способ разнесенной передачи

(57) Реферат:

Изобретение относится к области радиотехники и может найти применение на линиях радиосвязи УВЧ и ОВЧ диапазонов для улучшения условий электромагнитной совместимости и снижения электромагнитной доступности приема для совместно работающего приемо-передатчика со стороны передающей части радиолинии. Техническим результатом является улучшение условий электромагнитной совместимости для совместно работающего приемо-передатчика. Для этого антенную систему размещают на подвижной платформе, которую ориентируют таким образом, чтобы разница измеренных уровней на легитимного корреспондента и совместно работающий приемо-передатчик была максимальной. При этом используют ту градацию мощности излучения передающей аппаратуры, при которой для легитимного корреспондента обеспечивается минимально допустимый уровень



Фиг. 1

Изобретение относится к области радиотехники и может найти применение на линиях радиосвязи УВЧ и ОВЧ диапазонов для улучшения условий электромагнитной совместимости и снижения электромагнитной доступности приема для совместно работающего приемо-передатчика со стороны передающей части радиолинии.

Известен «Способ формирования и обработки сигнала, встроенного в маскирующую помеху», см. (патент RU № 26025981 С1, Н04К 1/02 (2006.01). Опубликовано: 20.11.2016. Бюл. № 32).

В известном способе формируют полезный сигнал и маскирующую помеху на передающей стороне радиолинии, передают их по радиолинии, принимают и выделяют полезный сигнал путем компенсации маскирующей помехи в результате когерентной обработки на приемной стороне радиолинии, отличающийся тем, что формируют полезный сигнал и маскирующую помеху на передающей стороне 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.

Недостатком известного способа является ограниченность области применения, поскольку его реализация не обеспечивает улучшения условий электромагнитной совместимости и снижения электромагнитной доступности приема для совместно работающего приемо-передатчика.

Известен «Способ разнесенной передачи» (Патент РФ № 2717967, Н04В 7/005 (2006.01), опубл.: 27.03.2020, Бюл. № 9).

В известном способе на передающей стороне формируют N каналов разнесения, формируют пилот-сигнал, передают пилот-сигнал через N каналов разнесения, оценивают качество приема пилот-сигнала, в соответствии с полученными результатами передачи пилот-сигналов передают информационный сигнал через каналы разнесения, отличающийся тем, что предварительно задают частоту для работы радиолинии и пилот-сигнал формируют в соответствии с выбранной частотой, назначают каждому каналу разнесения свою антенну, при этом канал разнесения представляет собой тракт от разветвителя сигнала на выходе передатчика до антенны, формируют систему из N антенн, расположенных на одной линии таким образом, чтобы расстояние между ними было равно половине длины волны, определяемой заданной частотой, ориентируют на местности сформированную антенную систему в

направлении на нелегитимного корреспондента для реализации противофазного приема, а оценивают качество приема пилот-сигнала в направлении на нелегитимного корреспондента на передающей стороне и в соответствии с полученными результатами производят подстройку антенн в сформированной антенной системе.

Недостаток известного способа в том, что имеют место сложности подстройки антенн в сформированной антенной системе, которые обусловлены необходимостью регулировки мест установки каждой из составляющих ее антенн, за исключением первой, в пределах зон радиусом $\lambda/16$, относительно исходного положения, по результатам оценки качества приема пилот-сигнала. А снижение электромагнитной доступности приема в направлении, как на нелегитимного корреспондента, в том числе и на совместно работающий приемо-передатчик, осуществляется без учета качества приема для легитимного корреспондента.

Наиболее близким по своей технической сущности к заявленному способу, является «Способ разнесенной передачи», (Патент РФ № 2786043, Н04В 7/005 (2006.01), опубл.: 16.12.2022 Бюл. № 35).

В прототипе на передающей стороне задают частоту для работы радиолинии, формируют N каналов разнесения, формируют пилот-сигнал в соответствии с выбранной частотой, назначают каждому каналу разнесения свою антенну, при этом канал разнесения представляет собой тракт от разветвителя сигнала на выходе передатчика до антенны, формируют систему из N антенн, расположенных на одной линии таким образом, чтобы расстояние между ними было равно половине длины волны, определяемой заданной частотой, ориентируют на местности сформированную антенную систему, оценивают качество приема пилот-сигнала, в соответствии с полученными результатами производят подстройку антенн в сформированной антенной системе и передают информационный сигнал через каналы разнесения. При этом антенную систему из N антенн, расположенных на одной линии, размещают на металлизированной платформе, которую устанавливают на автономный летательный аппарат, а для оценки качества приема пилот-сигнала дополнительно используют два автономных летательных аппарата, на которых размещают аппаратуру приема, причем один автономный летательный аппарат размещают в направлении на легитимного корреспондента, а второй на совместно работающий приемо-передатчик, и подстраивают одновременно всю сформированную антенную систему, размещенную на автономном летательном аппарате, путем дистанционного управления положением в пространстве автономного летательного аппарата, причем ориентируют сформированную антенную систему таким образом, чтобы при общем снижении электромагнитной доступности приема для совместно работающего приемо-передатчика обеспечить максимальное отношение уровня сигнала в аппаратуре приема, размещенной на автономном летательном аппарате в направлении на легитимного корреспондента, по отношению к уровню сигнала в аппаратуре приема, размещенной на автономном летательном аппарате (АЛА) в направлении на совместно работающий приемо-передатчик.

Недостатки прототипа заключаются в сложности подстройки антенн, так как АЛА с размещенной антенной системой в полетном режиме должен находиться строго над местом размещения оператора. Кроме того, условия распространения радиоволн для антенной системы размещенной на АЛА, могут отличаться от условий, когда антенная система будет размещена на местности. При этом критерием выбора положения антенной системы является то направление поворота платформы, при котором при общем снижении электромагнитной доступности (ЭМД) приема для совместно работающего приемо-передатчика, обеспечивается максимальное отношение уровня сигнала в направлении на легитимного корреспондента. Такие условия могут не обеспечивать требуемую ЭМД для совместно работающего приемо-передатчика.

Задачей изобретения является создание способа, в котором снижение ЭМД приема для совместно работающего приемо-передатчика будет осуществляться с учетом минимально допустимого уровня качества приема информационного сигнала легитимным корреспондентом.

Техническим результатом является улучшение условий электромагнитной совместимости для совместно работающего приемо-передатчика.

Технический результат достигается тем, что в способе разнесенной передачи, заключающемся в том, что на передающей стороне задают частоту для работы радиолинии, формируют N каналов разнесения, формируют пилот-сигнал в соответствии с выбранной частотой, назначают каждому каналу разнесения свою антенну, при этом канал разнесения представляет собой тракт от разветвителя сигнала на выходе передатчика до антенны, на платформе формируют систему из N

антенн, расположенных на одной линии таким образом, чтобы расстояние между ними было равно половине длины волны, определяемой заданной частотой, ориентируют на местности сформированную антенную систему, оценивают качество приема пилот-сигнала, для чего используют два автономных летательных аппарата, на которых размещают аппаратуру приема, причем один автономный летательный аппарат размещают в направлении на легитимного корреспондента, а второй – на совместно работающий приемо-передатчик, в соответствии с полученными результатами производят подстройку одновременно всей сформированной антенной системы на местности, и передают информационный сигнал через каналы разнесения, при этом выбирают подвижный вариант платформы, которую устанавливают непосредственно на местности, откуда будет осуществляться передача информационного сигнала для легитимного корреспондента, при этом фиксируют положение платформы после результатов оценки всей совокупности полученных соотношений измеренных уровней сигнала в аппаратуре приема, размещенной на автономном летательном аппарате в направлении на легитимного корреспондента и в аппаратуре приема, размещенной на автономном летательном аппарате в направлении на совместно работающий приемо-передатчик, в том направлении, для которого разница измеренных уровней будет максимальной, далее, для легитимного корреспондента последовательно излучают пилот-сигнал на всех доступных градациях регулировки мощности передающей системы с целью проведения легитимным корреспондентом оценки качества приема пилот-сигнала, затем принимают ответ от легитимного корреспондента с оценкой качества приема пилот-сигнала, и, в соответствии с полученной оценкой выбирают ту градацию мощности передающей системы, при которой для легитимного корреспондента обеспечивается минимально допустимый уровень качества приема пилот-сигнала, после чего используют эту градацию мощности для передачи информационного сигнала.

Благодаря новой совокупности существенных признаков в заявляемом способе обеспечивается снижение ЭМД приема для совместно работающего приемо-передатчика с учетом минимально допустимого уровня качества приема информационного сигнала легитимным корреспондентом. В результате происходит улучшение условий электромагнитной совместимости для совместно работающего приемо-передатчика и исключается необходимость размещения антенной системы на АЛА.

Заявленный способ поясняется следующим чертежом.

Фиг. 1 – диаграмма направленности сформированной антенной системы в горизонтальной плоскости. На диаграмме показаны: оси $[-Y; Y]$ и $[-X; X]$, уровни затухания в дБ в диапазоне $[-30; 0]$; азимутальные направления в градусах; положение легитимного корреспондента (точка В – азимутальное направление антенной системы 110 градусов); положение совместно работающего приемо-передатчика (точка А – азимутальное направление антенной системы –45 градусов).

Моделирование пространственной диаграммы направленности и ее горизонтальной проекции проведено в среде MMANA-GAL и CST Microwave Studio, см. (Гончаренко И. В. Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MMANA. – М.: ИП РадиоСофт, Журнал «Радио». 2002 – 80 с.).

Реализация заявленного способа объясняется следующим образом.

п. 1. Предварительно задают частоту для работы радиолинии. Процедуры выбора и задания частоты известны, например, см. («Способ активного контроля рабочих частот» патент RU № 2710027, опубликован 24.12.2019. Бюл. № 36).

п. 2. На передающей стороне формируют N каналов разнесения, формируют пилот-сигнал в соответствии с выбранной частотой, назначают каждому каналу разнесения свою антенну, при этом канал разнесения представляет собой тракт от разветвителя сигнала на выходе передатчика до антенны, формируют систему из N антенн, расположенных на одной линии таким образом, чтобы расстояние между ними было равно половине длины волны, определяемой заданной частотой.

Реализация указанных процедур аналогична процедурам, представленным в способе-прототипе.

п. 3. Антенную систему из N антенн, расположенных на одной линии, размещают на подвижный вариант платформы, которую сразу устанавливают непосредственно на местности.

Технические вопросы, связанные с размещением антенных систем на подвижных платформах известны, например, см. («АНТЕННОЕ УСТРОЙСТВО» патент RU № 2173921, опубликовано: 20.09.2001 Бюл. № 26).

п. 4. Ориентируют на местности сформированную антенную систему.

Реализация указанных процедур аналогична процедурам, представленным в способе-прототипе (ближайшем аналоге).

п. 5. Для оценки качества приема пилот-сигнала дополнительно используют два АЛА, на которых размещают аппаратуру приема, причем один АЛА размещают в направлении на легитимного корреспондента, а второй – на совместно работающий приемо-передатчик.

Дополнительные АЛА размещают за пределами ближней зоны (антенной системы). Порядок определения ближней зоны известен, например, см. Долуханов М.П. Распространение радиоволн. - М.: «Связь», 1972. - 336 с. И размещают в направлении на легитимного корреспондента и на совместно работающий приемо-передатчик, считая начальной точкой отсчета место размещения оператора, управляющего дополнительными АЛА.

Способы дистанционного управления группой АЛА известны, см. («Способ развертывания фазированной антенной решетки» патент RU № 2656285, опубликовано: 04.06.2018 Бюл. № 16).

п. 6. Оценивают качество приема пилот-сигнала, в соответствии с полученными результатами производят подстройку антенн в сформированной антенной системе.

При этом производят оценку всей совокупности полученных соотношений измеренных уровней сигнала в аппаратуре приема, размещенной на АЛА в направлении на легитимного корреспондента и в аппаратуре приема, размещенной на АЛА в направлении на совместно работающий приемо-передатчик.

Измерения производят для каждой градации изменения положения платформы, на которой размещена антенная система.

Реализация указанных процедур аналогична процедурам, представленным в способе-прототипе (ближайшем аналоге).

п. 7. При этом подстраивают одновременно всю сформированную антенную систему, размещенную на подвижном варианте платформы.

Реализация процедур п. 7 предполагает поворот платформы. Указанные процедуры описаны в («АНТЕННОЕ УСТРОЙСТВО» патент RU № 2173921, опубликовано: 20.09.2001 Бюл. № 26).

п. 8. Фиксируют положение платформы в том направлении, для которого разница измеренных уровней в п. 6 будет максимальной.

Процедуры измерения уровня приема сигналов и их оценки известны, например, см. («Способ автоматического обнаружения узкополосных сигналов». Патент на изобретение RU 2382495 С1, 20.02.2010. и «Способ активного контроля рабочих частот». Патент на изобретение RU 2710027 С1, 24.12.2019).

п. 9. Для легитимного корреспондента последовательно излучают пилот-сигнал на всех доступных градациях регулировки мощности передающей системы с целью проведения легитимным корреспондентом оценки качества приема пилот-сигнала, затем принимают ответ от легитимного корреспондента с оценкой качества приема пилот-сигнала, и, в соответствии с полученной оценкой выбирают ту градацию мощности передающей системы, при которой для легитимного корреспондента обеспечивается минимально допустимый уровень качества приема пилот-сигнала.

Процедуры передачи сигнала известны, например, см. («Способ передачи информации по коротковолновому каналу связи с использованием частотно-манипулированных сигналов». Патент на изобретение RU 2705357 С1, 07.11.2019).

п. 10. Используют эту градацию мощности для передачи информационного сигнала.

Градацию мощности выбирают ту, которая будет определена согласно выполнению процедур п. 9.

Первоначально ориентируют подвижный вариант платформы с размещенной на нем сформированной антенной системой, таким образом, чтобы антенная система из N антенн была ориентирована на совместно работающий приемо-передатчик. При этом производят измерение уровня сигнала в аппаратуре приема, размещенной на АЛА в направлении на легитимного корреспондента и в аппаратуре приема, размещенной на АЛА в направлении на совместно работающий приемо-передатчик. После этого сравнивают рассчитанные отношения и запоминают их.

Затем осуществляют поворот платформы с размещенной на нем сформированной антенной системой, на минимально допустимый угол и снова производят аналогичным образом сравнение отношений уровня сигнала в аппаратуре приема, размещенной на АЛА в направлении на легитимного корреспондента и в аппаратуре приема, размещенной на АЛА в направлении на совместно работающий приемо-передатчик.

Указанные процедуры поворота платформы, измерения и сравнения отношений уровня сигнала производят до тех пор, пока платформа не займет первоначальное положение.

Затем из всей совокупности полученных соотношений уровней сигнала выбирают то, которое соответствует указанному условию, см. п.6 и п.8.

В качестве примера на фиг. 1 показана диаграмма направленности антенной системы в горизонтальной плоскости антенной системы, размещенной на подвижной платформе. При этом положение платформы зафиксировано таким образом, при котором обеспечено максимальное соотношение измеренных уровней сигнала в аппаратуре приема, размещенной на АЛА в направлении на легитимного корреспондента и в аппаратуре приема, размещенной на АЛА в направлении на совместно работающий приемо-передатчик.

Здесь же показано положение АЛА в направлении на легитимного корреспондента (точка В, направление 110 градусов, уровень затухания минус 3 дБ) и положение АЛА в направлении на совместно работающий приемо-передатчик (точка А, направление минус 45 градусов, уровень затухания минус 20 дБ).

Измерения проводят при условии одинакового удаления дополнительных АЛА от центра антенной системы, расположенной на платформе. И аппаратура приема на АЛА имеет одинаковые технические характеристики.

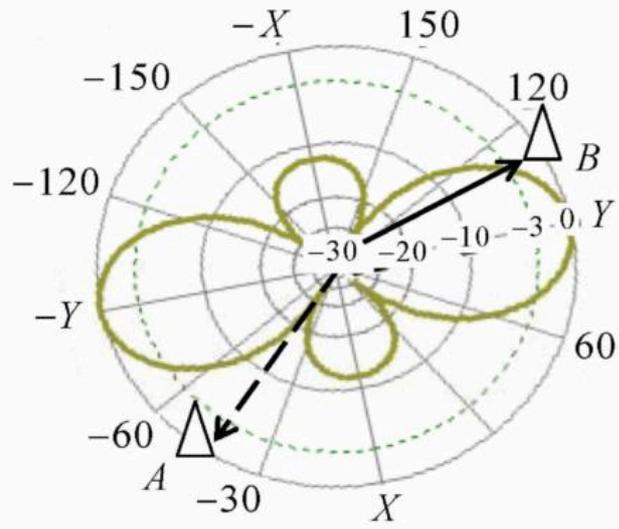
Для ситуации, изображенной на фиг. 1 разница соотношений измеренных уровней сигнала составляет 17 дБ.

То есть, в направлении на совместно работающий приемо-передатчик, мощность излучения уже будет на 17 дБ меньше, чем на легитимного корреспондента. Дальнейшее выполнение процедур в соответствии с заявляемым техническим решением позволит еще больше уменьшить мощность излучения по направлению на совместно работающий приемо-передатчик, что указывает на достижение заявляемого технического результата.

Кроме того, заявляемый способ является более простым в реализации, та как исключает использование АЛА с размещенной на нем металлизированной платформы, на которой развернута антенная система из N антенн.

Формула изобретения

Способ разнесенной передачи, заключающийся в том, что на передающей стороне задают частоту для работы радиолинии, формируют N каналов разнесения, формируют пилот-сигнал в соответствии с выбранной частотой, назначают каждому каналу разнесения свою антенну, при этом канал разнесения представляет собой тракт от разветвителя сигнала на выходе передатчика до антенны, на платформе формируют систему из N антенн, расположенных на одной линии таким образом, чтобы расстояние между ними было равно половине длины волны, определяемой заданной частотой, ориентируют на местности сформированную антенную систему, оценивают качество приема пилот-сигнала, для чего используют два автономных летательных аппарата, на которых размещают аппаратуру приема, причем один автономный летательный аппарат размещают в направлении на легитимного корреспондента, а второй – на совместно работающий приемо-передатчик, в соответствии с полученными результатами производят подстройку одновременно всей сформированной антенной системы на местности и передают информационный сигнал через каналы разнесения, отличающийся тем, что выбирают подвижный вариант платформы, которую устанавливают непосредственно на местности, откуда будет осуществляться передача информационного сигнала для легитимного корреспондента, при этом фиксируют положение платформы после результатов оценки всей совокупности полученных соотношений измеренных уровней сигнала в аппаратуре приема, размещенной на автономном летательном аппарате в направлении на легитимного корреспондента, и в аппаратуре приема, размещенной на автономном летательном аппарате в направлении на совместно работающий приемо-передатчик, в том направлении, для которого разница измеренных уровней будет максимальной, далее, для легитимного корреспондента последовательно излучают пилот-сигнал на всех доступных градациях регулировки мощности передающей системы с целью проведения легитимным корреспондентом оценки качества приема пилот-сигнала, затем принимают ответ от легитимного корреспондента с оценкой качества приема пилот-сигнала и в соответствии с полученной оценкой выбирают ту градацию мощности передающей системы, при которой для легитимного корреспондента обеспечивается минимально допустимый уровень качества приема пилот-сигнала, после чего используют эту градацию мощности для передачи информационного сигнала.



Фиг. 1