



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
H04K 3/00 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017102808, 27.01.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.01.2017

Дата регистрации:  
03.04.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.01.2017

(45) Опубликовано: 03.04.2018 Бюл. № 10

Адрес для переписки:

394028, г. Воронеж, ул. Базовая, 6, АО НВП  
"ПРОТЕК"

(72) Автор(ы):

Журавлев Александр Викторович (RU),  
Безмага Валентин Матвеевич (RU),  
Маркин Виктор Григорьевич (RU),  
Шуваев Владимир Андреевич (RU),  
Красов Евгений Михайлович (RU),  
Смолин Алексей Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество  
научно-внедренческое предприятие  
"ПРОТЕК" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2563973 C1, 27.09.2015. RU  
2539563 C1, 20.01.2015. RU 2563972 C1,  
27.09.2015. US 5504482 A1, 02.04.1996.

(54) Пространственно-распределенная система радиоподавления НАП ГНСС с функцией альтернативного координатно-временного обеспечения для санкционированных потребителей

(57) Реферат:

Изобретение относится к радиоэлектронной борьбе (РЭБ) и навигации и может быть использовано при радиоподавлении навигационной аппаратуры потребителей (НАП) глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) средствами радиоподавления противника и собственными средствами радиоподавления, создавая возможность передачи координатно-временного обеспечения санкционированным потребителям. Пространственно распределенная система радиоподавления НАП глобальных ГНСС с функцией альтернативного координатно-временного обеспечения для санкционированных потребителей включает станцию создания преднамеренных радиопомех собственных СПРПС, имеющую устройство создания радиопомех с функцией формирования координатно-временного сигнала, санкционированных потребителей, имеющих навигационную аппаратуру потребителя,

обеспечивающую прием сигнала ГНСС и альтернативного координатно-временного сигнала от станций создания преднамеренных радиопомех, состоящую из приемной антенны, малощумящего усилителя, блока компенсаторов помеховых сигналов, формируемых и излучаемых станциями СПРПС, блока компенсаторов альтернативных навигационных сигналов, формируемых и излучаемых станциями СПРПС, приемоизмерителя, обеспечивающего решение задачи навигационных определений с использованием координатно-временного обеспечения реализуемого ГНСС, блока селекторов альтернативных навигационных сигналов, формируемых и излучаемых станциями СПРПС, приемоизмерителя, обеспечивающего решение задачи навигационных определений с использованием альтернативного координатно-временного обеспечения, реализуемого станциями СПРПС, блока комплексной обработки

результатов навигационных измерений, обеспечивающего решение задачи навигационных определений с использованием альтернативного координатно-временного обеспечения, реализуемого станциями СПРПС, устройства отображения навигационных определений,

осуществляющего визуализацию результатов навигационных определений. Технический результат – возможность обеспечения санкционированных потребителей координатно-временными параметрами в условиях воздействия помех. 4 ил.

RU 2649407 C1

RU 2649407 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H04K 3/00* (2006.01)

(21)(22) Application: **2017102808, 27.01.2017**

(24) Effective date for property rights:  
**27.01.2017**

Registration date:  
**03.04.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **27.01.2017**

(45) Date of publication: **03.04.2018** Bull. № 10

Mail address:  
**394028, g. Voronezh, ul. Bazovaya, 6, AO NVP  
"PROTEK"**

(72) Inventor(s):

**Zhuravlev Aleksandr Viktorovich (RU),  
Bezmaga Valentin Matveevich (RU),  
Markin Viktor Grigorevich (RU),  
Shuvaev Vladimir Andreevich (RU),  
Krasov Evgenij Mikhaĭlovich (RU),  
Smolin Aleksej Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aksionernoe obshchestvo  
nauchno-vnedrencheskoe predpriyatie  
"PROTEK" (RU)**

(54) **SPACE-DISTRIBUTED NAU GNSS RADIO SUPPRESSION SYSTEM WITH THE FUNCTION OF ALTERNATIVE COORDINATE-TIME SUPPORT FOR THE AUTHORIZED USERS**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering and communications.

SUBSTANCE: invention refers to electronic warfare (EW) and navigation and can be used for radio suppression of the navigation equipment of users (NAU) of the global navigation satellite system (GNSS) by means of radio suppression of the enemy and own means of radio suppression, creating the possibility of transferring the coordinate-time provision to the authorized users. Spatially distributed radio suppression system of the NAU of global GNSS with the function of alternative coordinate-time provision for authorized consumers includes the station for creating intentional radio interference of its own PSPA<sub>C</sub>, which has the device for creating radio interference with the function of forming the coordinate-time signal, and has the authorized users that have the navigation equipment of the user, providing reception of the GNSS signal and of the alternative coordinate-time signal from the stations, which create the intentional radio interference, the equipment consists of the receiving antenna, the low-noise amplifier, the block of compensators for interference signals, which are generated and emitted

by the PSPA<sub>C</sub> stations, the set of compensators for alternative navigation signals, which are generated and emitted by the PSPA<sub>C</sub> stations, the transceiver that provides for the solution to the problem of navigational definitions using the coordinate-time support of the GNSS that is being implemented, the set of selectors for alternative navigation signals, which are generated and radiated by the PSPA<sub>C</sub> stations, of the transceiver, which provides for the solution to the problem of navigational definitions using alternative coordinate-time support, which is implemented by the PSPA<sub>C</sub> stations, the set of complex processing of the results of navigational measurements that provides for the solution of the problem of navigational definitions using the alternative coordinate-time support, which is implemented by the PSPA<sub>C</sub> stations, the device for displaying navigation definitions that visualizes the results of navigational definitions.

EFFECT: possibility of providing authorized users with the coordinate-time parameters under the influence of interference.

1 cl, 4 dwg

Техническое решение относится к радиоэлектронной борьбе (РЭБ) и навигации, в частности к устройству, обеспечивающему возможность передачи координатно-временного обеспечения для санкционированных объектов потребителей при подавлении радионавигационных сигналов пространственно распределенной системой и отсутствии возможности использования других навигационных сигналов таких систем, как «Чайка», в условиях создания преднамеренных радиопомех противником (СПРП) системам навигации.

Изобретение может быть использовано при радиоподавлении навигационной аппаратуры потребителей (НАП) глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) средствами радиоподавления противника и собственными средствами радиоподавления, создавая возможность передачи координатно-временного обеспечения санкционированным потребителям.

Известны передающие станции радиопомех Р-340РП из состава комплекса РЭП «Поле-21», которые рассредоточены по пространству, предназначенные для одновременного радиоподавления в локальной зоне аппаратуры потребителей ГНСС GPS, ГЛОНАСС, «Галилео» и «Бейдоу» [1]. Данная станция радиопомех излучает фазокодоманипулированные (ФКМн) радиопомехи для подавления НАП ГНСС противника во всех поддиапазонах частот, используемых в спутниковой радионавигации, с использованием ВОС (Binary Offset Scurrier) - технологии для расширения спектра радиопомех.

Положительными свойствами передающих устройств станции радиопомех Р-340РП с позиции компенсации радиопомех в отечественной НАП ГНСС является:

- формирование синтезаторами, размещенными на различных радиопередающих устройствах, ФКМн помеховых сигналов, взаимно некоррелированных между собой и с сигналами навигационных космических аппаратов (НКА);
- использование в составе передающих устройств малогабаритных модулей цифровых синтезаторов радиопомех, допускающих неограниченное тиражирование копий синтезаторов для последующего включения в состав компенсаторов помех.

Каждой станции помех Р-340РП выделяется своя последовательность модулирующих импульсов, закон формирования которой заведомо не известен противнику и известен только изготовителю станции.

Недостатком данной станции радиопомех является то, что подавление происходит с одинаковой эффективностью одновременно в одной и той же пространственной зоне не только НАП ГНСС противника, но и отечественной НАП ГНСС.

Известна схема, использующая пространственную фильтрацию полезного сигнала, приходящего с заданного направления [2], основанная на алгоритме Фроста [3]. В этой схеме поддерживается постоянный коэффициент усиления в заданном направлении и обеспечивается подавление помех, приходящих с направлений, отличающихся от заданного.

Недостатком данной схемы является низкая эффективность применения на скоростных и маневренных объектах-носителях НАП ГНСС, направления движения которых может изменяться достаточно быстро.

Известна аппаратура навигационная (приемник) GL8088s и ML8088s [4], которая имеет встроенные средства подавления помех, что позволяет ему работать в условиях сложной помеховой обстановки.

Недостатком данного встроенного средства подавления помех, является то, что в качестве средства подавления помех используется режекторный фильтр [5], который одновременно подавляет спектральные составляющие как помеховых, так и полезных

сигналов. Отсутствует устройство, использующее копию заведомо известного помехового сигнала, передаваемого отечественной аппаратурой радиоподавления НАП ГНСС. Вследствие указанного недостатка адаптивный режекторный фильтр может быть использован только для подавления узкополосных помех по сравнению с 5 полосой частот, занимаемой полезным сигналом, и не может рассматриваться в качестве адаптивного компенсатора преднамеренных радиопомех.

Известны способы и устройства для навигационной системы с пониженной восприимчивостью к непреднамеренным и преднамеренным помехам [6], относящиеся к навигационной системе, обеспечивающей повышение помехозащищенности за счет 10 того, что навигационная система использует совместно с GPS сеть наземных опорных станций и спутников LEO (Low Earth Orbit) на низкой околоземной орбите, при этом устанавливается дальномерная геометрия в пределах общей видимости спутника GPS, которая связывает опорную станцию и пользователя. Между той же парой из опорной станции и пользователя устанавливается также вторая геометрия в пределах общей 15 видимости спутника LEO. Наземные станции вырабатывают вспомогательные сигналы в режиме реального времени для обеспечения измерений фазы несущей GPS сигналов спутников LEO. Эта вспомогательная информация передается через спутники LEO к приемнику пользователя на высокой мощности для проникновения сквозь окружающие помехи. Пользователь принимает синхронизацию по фазе несущей спутника LEO, 20 демодулирует вспомогательную информацию, затем применяет измерения фазы несущей и вспомогательную информацию для обеспечения продленных согласованных измерений сигналов GPS. Таким образом, система восстанавливает сигналы GPS, которые в противном случае были бы потеряны из-за помех.

Данный способ и устройство обеспечивают возможность приема навигационного 25 сигнала в условиях создания преднамеренных помех другими устройствами и не обеспечивают возможность одновременного создания преднамеренных помех и передачу координатно-временных параметров для санкционированных потребителей.

Известен пространственно-распределенный комплекс средств создания радиопомех [7], содержащий совокупность разнесенных в пространстве передатчиков радиопомех 30 небольшой мощности с концентрацией суммарной энергии радиопомех в заданной области пространства на заданном интервале времени.

Недостатком пространственно-распределенного комплекса средств создания радиопомех является то, что он создает радиопомехи не только НАП ГНСС противника но и для санкционированных потребителей.

Наиболее близкой по своей сути является система радиоподавления НАП ГНСС 35 противника, совместимая с отечественной аппаратурой потребителей ГНСС [9], состоящая из нескольких передатчиков преднамеренных помех с известной, но скрытой от противника структурой излучаемого помехового сигнала, предназначенного для радиоподавления НАП ГНСС противника и отечественной НАП ГНСС, которая 40 содержит между приемной антенной и отечественной НАП ГНСС блок с последовательно установленными компенсаторами. Каждый компенсатор состоит из генератора копии помехового сигнала, излучаемого постановщиком помех, коррелятора, решающего устройства, управляемого элемента задержки, управляемого аттенюатора, вычитающего устройства и имеет вход, на который поступает выходное напряжение 45 приемной антенны или предшествующего компенсатора, и выход, с которого выходное напряжение поступает на вход последующего компенсатора или отечественной НАП ГНСС.

Недостаток данной системы заключается в том, что данная система обеспечивает

возможность устранения радиопомех, создаваемых известными источниками излучения, а при появлении сторонних (неизвестных) источников излучения помеховых сигналов компенсаторы перестают работать и НАП ГНСС перестает принимать координатно-временные параметры навигационного сигнала.

5 Целью изобретения является создание пространственно-распределенной системы радиоподавления в виде пространственно-разнесенных станций создания  
преднамеренных радиопомех с функцией передачи координатно-временного обеспечения  
для санкционированных объектов потребителей имеющих возможность осуществлять  
прием и обработку, как сигналов ГНСС, так сигналов с возможностью определения  
10 координатно-временных параметров переданных станциями создания преднамеренных  
радиопомех.

Поставленная цель достигается тем, что пространственно-распределенная система радиоподавления НАП ГНСС с функцией альтернативного координатно-временного обеспечения для санкционированных потребителей, состоит из

15 - станций создания преднамеренных радиопомех, имеющих устройство создания радиопомех с функцией формирования координатно-временного сигнала, состоящее из генератора гармонического несущего сигнала, генератора модулирующей последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала, генератора модулирующей последовательности импульсов помехового сигнала, умножителя,  
20 формирующего сложный модулирующий сигнал путем перемножения последовательности импульсов помехового сигнала и последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала, умножителя, осуществляющего бинарную фазовую манипуляцию гармонического несущего сигнала импульсной последовательностью сложного модулирующего сигнала, усилителя, передающей  
25 антенны, при этом выход генератора гармонического несущего сигнала соединен с одним из входов умножителя, осуществляющего бинарную фазовую манипуляцию гармонического несущего сигнала импульсной последовательностью сложного модулирующего сигнала, выход генератора модулирующей последовательности импульсов помехового сигнала соединен с одним из входов умножителя, формирующего  
30 сложный модулирующий сигнал путем перемножения последовательности импульсов помехового сигнала и последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала, выход генератора модулирующей последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала соединен с другим выходом умножителя, формирующего сложный модулирующий сигнал путем перемножения  
35 последовательности импульсов помехового сигнала и последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала, выход которого соединен со вторым входом умножителя, осуществляющего бинарную фазовую манипуляцию гармонического несущего сигнала импульсной последовательностью сложного модулирующего сигнала, выход которого соединен с входом усилителя, выход которого соединен с передающей  
40 антенной,

- санкционированных потребителей, имеющих навигационную аппаратуру потребителя, обеспечивающую прием сигнала ГНСС и альтернативного координатно-временного сигнала от станций создания преднамеренных радиопомех, состоящую из приемной антенны, малошумящего усилителя, блока компенсаторов помеховых  
45 сигналов, формируемых и излучаемых станциями преднамеренных радиопомех, блока компенсаторов альтернативных навигационных сигналов, формируемых и излучаемых станциями создания преднамеренных радиопомех, приемоизмерителя, обеспечивающего решение задачи навигационных определений с использованием координатно-временного

обеспечения реализуемого ГНСС, блока селекторов альтернативных навигационных сигналов, формируемых и излучаемых станциями создания преднамеренных радиопомех, приемоизмерителя, обеспечивающего решение задачи навигационных определений с использованием альтернативного координатно-временного обеспечения, реализуемого станциями создания преднамеренных радиопомех, блока комплексной обработки результатов навигационных измерений, обеспечивающего решение задачи навигационных определений с использованием альтернативного координатно-временного обеспечения, реализуемого станциями создания преднамеренных радиопомех, устройства отображения навигационных определений, при этом выход приемной антенны соединен с входом малошумящего усилителя, выход которого соединен с входом блока компенсаторов помеховых сигналов, выход которого соединен с входом блока компенсаторов альтернативных навигационных сигналов и с входом блока селекторов альтернативных навигационных сигналов, выход блока компенсаторов альтернативных навигационных сигналов соединен с входом приемоизмерителя, выход которого соединен с одним из входов блока комплексной обработки результатов навигационных измерений, выход блока селекторов альтернативных навигационных сигналов соединен с входом приемоизмерителя, выход которого соединен с другим входом блока комплексной обработки результатов навигационных измерений, выход которого соединен с входом устройства отображения навигационных определений.

20 Сущность изобретения поясняется рисунком.

На фиг. 1 показана принципиальная схема размещения комплексов радиоподавления (собственного и противника) с возможным нахождением санкционированных потребителей, на фиг. 2 показана принципиальная схема станции создания преднамеренных радиопомех, на фиг. 3 показана принципиальная схема устройства приема и обработки как сигнала ГНСС, так и помехового сигнала с координатно-временным обеспечением, на фиг. 4 показана визуализация напряжений, формируемых при передаче данных посредством их модуляции псевдослучайной последовательностью импульсов координатно-временного обеспечения.

Пространственно-распределенная система радиоподавления НАП ГНСС с функцией альтернативного координатно-временного обеспечения для санкционированных потребителей состоит из станций создания преднамеренных радиопомех собственных (СПРПС) 1, в которых размещено устройство создания радиопомех с функциями формирования координатно-временного сигнала 10, санкционированных объектов приема альтернативного координатно-временного обеспечения 2 и 4, в которых размещена навигационная аппаратура потребителя 25.

Станции СПРПС 1 создают зону радиоподавления 8 с границей 9, которым могут противодействовать станции создания преднамеренных радиопомех противника (СПРПП) 3, создающие зону радиоподавления 6 с границей 5.

Устройство создания радиопомех с функциями формирования координатно-временного сигнала 10 состоит из генератора гармонического несущего сигнала 11, генератора модулирующей псевдослучайной последовательности импульсов помехового сигнала 17, генератора модулирующей последовательности импульсов кодограммы альтернативного навигационного сигнала 16, умножителя 12, умножителя 15, усилителя 13, передающей антенны 14 и имеет между собой следующие связи.

Выход генератора гармонического несущего сигнала 11 соединен с одним из входов умножителя 12. Выход генератора модулирующего псевдослучайной последовательности импульсов помехового сигнала 17 соединен с одним из входов умножителя 15. Выход

генератора модулирующего последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала 16 соединен с другим входом умножителя 15. Выход умножителя 15 соединен с другим входом умножителя 12, выход которого соединен с входом усилителя 13, выход которого соединен с входом передающей антенной 14.

5 Навигационная аппаратура потребителя 18 состоит из приемной антенны 19, малошумящего усилителя 20, блока компенсаторов помеховых сигналов 21, блока компенсаторов альтернативных навигационных сигналов 22, приемоизмерителя 23, блока комплексной обработки результатов навигационных измерений 24, блока селекторов альтернативных навигационных сигналов 27, приемоизмерителя 26,  
10 устройства отображения навигационных определений 25, имеющих между собой следующие связи.

Выход приемной антенны 19 соединен с входом малошумящего усилителя 20. Выход малошумящего усилителя 20 соединен с входом блока компенсаторов помеховых сигналов 21. Выход блока компенсаторов 21 соединен с входом блока компенсаторов  
15 альтернативных навигационных сигналов 22 и с входом блока селекторов альтернативных навигационных сигналов 27. Выход блока компенсаторов альтернативного навигационного сигнала 22 соединен с входом приемоизмерителя 23. Выход приемоизмерителя 23 соединен с одним из входов блока комплексной обработки результатов навигационных измерений 24. Выход блока селекторов альтернативного  
20 навигационного сигнала 27 соединен с входом приемоизмерителя 26. Выход приемоизмерителя 26 соединен с другим входом блока комплексной обработки результатов навигационных измерений 24. Выход блока комплексной обработки результатов навигационных измерений 24 соединен с входом устройства отображения навигационных определений 25.

25 Пространственно-распределенная система радиоподавления НАП ГНСС с функцией альтернативного координатно-временного обеспечения для санкционированных потребителей работает следующим образом.

Станции СПРПС 1 создают зону радиоподавления 8 с границей 9. Станции СПРПП  
30 3 создают зону радиоподавления 6 с границей 5. Зона радиоподавления 6 может перекрывать зону радиоподавления 8, как, например, показано на фиг. 1. Санкционированный объект приема альтернативного координатно-временного обеспечения 4 находится только в зоне радиоподавления 8. Санкционированный объект приема альтернативного координатно-временного обеспечения 2 одновременно  
35 находится в зоне радиоподавления 8 и зоне радиоподавления 6. При одновременной работе станций СПРПС 1 и станций СПРПП 3 осуществляется подавление навигационных сигналов ГНСС.

Процесс формирования комплексной радиопомехи показан на фиг. 4, его осуществляет устройство создания радиопомех с функциями формирования координатно-временного сигнала 10, при этом:

- 40 - генератор 11 вырабатывает гармоническую несущую сигнала заданной частоты и передает ее на один из входов умножителя 12;
- генератор 17 формирует модулирующую псевдослучайную последовательность импульсов помехового сигнала и передает его на один из входов умножителя 15;
- 45 - генератор 16 формирует модулирующую последовательность импульсов кодограммы альтернативного навигационного сигнала данной станции СПРПС 1 и передает его на другой вход умножителя 15;
- умножитель 15 осуществляет формирование модулирующего сигнала путем



умножения модулирующей псевдослучайной последовательности импульсов помехового сигнала, псевдослучайной последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала и передает модулирующий сигнал на другой вход умножителя 12;

- 5 - умножитель 12 обеспечивает бинарную фазовую манипуляцию гармонического несущего сигнала импульсной последовательностью модулирующего сигнала и передает сформированный фазоманипулированный сигнал на вход усилителя 13.

Усиленный фазоманипулированный сигнал, включающий помеховый сигнал НАП ГНСС и альтернативный навигационный сигнал, с выхода усилителя 13 подается на вход передающей антенны 14 для излучения.

Рассмотрим вариант, когда санкционированный объект приема альтернативного координатно-временного обеспечения 4 находится в зоне радиоподавления 8 и принимает на приемную антенну 19 входную аддитивную смесь радиосигналов  $РС_{ГНСС} + РП_{СПРП\ 1} + РП_{Ш}$ , где:

- 15  $РС_{ГНСС}$  - радиосигналы навигационных космических аппаратов из состава орбитальной группировки ГНСС;

$РП_{СПРП\ 1}$  - радиопомеха созданная станцией СПРП<sub>С</sub> 1, состоящая из радиопомехи, формируемой на основе псевдослучайной последовательности импульсов помехового сигнала (ПСП<sub>ИПС</sub>), и радиосигнала альтернативной навигации ( $РС_{АН}$ ), формируемого последовательностью импульсов кодограммы альтернативного навигационного сигнала;

$РП_{Ш}$  - непреднамеренные радиопомехи естественного и искусственного происхождения (шум).

- 25 Принятая приемной антенной 19 аддитивная смесь радиосигналов передается на вход малошумящего усилителя 20 в виде аддитивной смеси электрических сигналов, где усиливается и передается на вход блока компенсаторов помеховых сигналов 21.

Блок компенсаторов помеховых сигналов 21 является полным структурно-функциональным аналогом [9] с использованием скрытой от противника, но известной санкционированным потребителям информацией о структуре и параметрах помеховых сигналов, формируемых и излучаемых станциями СПРП<sub>С</sub> 1. В блоке компенсаторов помеховых сигналов 21 происходит удаление ПСП<sub>ИПС</sub> и остается аддитивная смесь сигналов  $РС_{ГНСС} + РС_{АН} + РП_{Ш}$ , которая передается на вход блока компенсаторов альтернативных навигационных сигналов 22 и на вход блока селекторов альтернативных навигационных сигналов 27.

Блок компенсаторов альтернативных навигационных сигналов 22 является структурно-функциональным аналогом [9] и отличается только опорным сигналом, в качестве которого применен альтернативный навигационный сигнал с использованием скрытой от противника, но известной санкционированным потребителям информации о структуре и параметрах альтернативных навигационных сигналов. В блоке компенсаторов альтернативных навигационных сигналов происходит удаление  $РС_{АН}$ , остается аддитивная смесь сигналов  $РС_{ГНСС} + РП_{Ш}$ , которая передается на вход приемоизмерителя 23.

45 Приемоизмеритель 23 при выполнении условия требуемого превышения на его входе отношения мощности сигналов  $РС_{ГНСС}$  навигационных космических аппаратов из состава орбитальной группировки ГНСС к суммарной мощности сигналов непреднамеренных помех и шумов  $РП_{Ш}$ , привнесенных в результате работы блоков компенсации 21 и 22 с использованием канонических процедур поиска, обнаружения,

захвата на сопровождение, автосопровождения, измерения временного положения на временной оси, частотного и фазового сдвигов несущей сигналов, а также информационных сообщений о состоянии и параметрах орбитальной группировки навигационных космических аппаратов решает задачу навигационных определений с использованием координатно-временного обеспечения, реализуемого ГНСС, и выдает на выход вектор пространственного положения объекта. С выхода приемоизмерителя 23 вектор пространственного положения объекта поступает на один из входов блока комплексной обработки результатов навигационных измерений 24.

Блок селекторов альтернативных навигационных сигналов 27 выполняет операцию усиления и ограничения, обеспечивающую удаление низкоэнергетических сигналов навигационных космических аппаратов из состава орбитальной ГНСС  $РС_{ГНСС}$  и непреднамеренных помех  $РП_{Ш}$  и выделение альтернативных навигационных сигналов  $РС_{АН}$ , имеющих исходное энергетическое превосходство над сигналами  $РС_{ГНСС}$  и  $РП_{Ш}$ , из поступившей аддитивной смеси сигналов  $РС_{ГНСС}+РС_{АН}+РП_{Ш}$ . С выхода блока селекторов 27 альтернативные навигационные сигналы  $РС_{АН}$  поступают на вход приемоизмерителя 26.

Приемоизмеритель 26 с использованием альтернативного координатно-временного обеспечения, реализуемого пространственно распределенной системой радиопомех, то есть сигналов  $РС_{АН}$ , на основе полученных в результате обработки каждого из принятых сигналов  $РС_{АН}$  данных о привязанных к шкале единого времени, декларированном кодограммой навигационного сообщения моменте начала передачи, измеренном моменте начала приема кодограммы навигационного сообщения и координатах источника - средстве создания радиопомех с функцией формирования и передачи альтернативного навигационного сигнала излучаемых станциями СПРП 3, определяет с использованием канонического дальномерного метода позиционирования (достаточно двух источников альтернативных навигационных сигналов) или разностно-дальномерного метода позиционирования (необходимо не менее трех источников альтернативных навигационных сигналов) плечевые координаты объекта-носителя комплексной многоканальной аппаратуры потребителей 18, а по двум смежным навигационным определениям - курсовой угол и модуль вектора скорости объекта-носителя. Результаты навигационных определений текущих значений и скорости изменения параметров пространственного положения с использованием альтернативного координатно-временного обеспечения, сведенные в вектор пространственного положения объекта. С выхода приемоизмерителя 26 вектор пространственного положения объекта поступает на другой вход блока комплексной обработки результатов навигационных измерений 24.

Блок комплексной обработки результатов навигационных измерений 24 на основе полученных вектора пространственного положения объекта от приемоизмерителя 23 и вектора пространственного положения объекта от приемоизмерителя 26 производит контроль достоверности навигационных определений, корректировку динамической модели погрешности навигационных определений, экстраполяцию значений параметров пространственного положения объекта-носителя и формирует результаты навигационных определений, которые передает на вход устройства отображения навигационных определений 25.

Устройство отображения навигационных определений 25 осуществляет визуализацию результатов навигационных определений.

Рассмотрим вариант, когда санкционированный объект приема альтернативного

координатно-временного обеспечения 2, находясь в зонах радиоподавления 6 и 8, принимает на приемную антенну 19 входную аддитивную смесь радиосигналов  $РС_{ГНСС}+РП_{СПРП\ 1}+РП_{СПРП\ 3}+РП_{Ш}$ , где к уже известным сигналам добавляется:

5  $РП_{СПРП\ 3}$  - радиопомеха созданная станцией  $СПРП_{П\ 3}$ , состоящая из радиопомехи, формируемой на основе псевдослучайной последовательности импульсов помехового сигнала неизвестного происхождения.

Принятая приемной антенной 19 аддитивная смесь радиосигналов передается на вход малошумящего усилителя 20 в виде аддитивной смеси электрических сигналов, где усиливается и передается на вход блока компенсаторов помеховых сигналов 21.

10 Блок компенсаторов помеховых сигналов 21 является полным структурно-функциональным аналогом [9] с использованием скрытой информации от противника, но известной санкционированным потребителям информацией о структуре и параметрах помеховых сигналов, формируемых и излучаемых станциями  $СПРП_{С\ 1}$ . В блоке компенсаторов помеховых сигналов 21 происходит удаление  $ПСП_{ИПС}$  и остается аддитивная смесь сигналов  $РС_{ГНСС}+РП_{СПРП\ 3}+РС_{АН}+РП_{Ш}$ , которая передается на вход блока компенсаторов альтернативных навигационных сигналов 22 и на вход блока селекторов альтернативных навигационных сигналов 27.

20 Блок компенсаторов альтернативных навигационных сигналов 22 является структурно-функциональным аналогом [9] и отличается только опорным сигналом, в качестве которого применен альтернативный навигационный сигнал с использованием информации, скрытой от противника, но известной санкционированным потребителям информации о структуре и параметрах альтернативных навигационных сигналов. В блоке компенсаторов альтернативных навигационных сигналов 22 происходит удаление  $РС_{АН}$ , остается аддитивная смесь сигналов  $РС_{ГНСС}+РП_{СПРП\ 3}+РП_{Ш}$ , которая не может быть передана на вход приемоизмерителя 23, так как радиопомеха  $РП_{СПРП\ 3}$ , созданная станцией  $СПРП_{П\ 3}$ , значительно превышает значение радиосигнала  $РС_{ГНСС}$  от спутников ГНСС. Данный канал перестает работать.

30 Блок селекторов альтернативных навигационных сигналов 27 выполняет операцию усиления и ограничения, обеспечивающую удаление сигналов  $РП_{СПРП\ 3}$  псевдослучайной последовательности импульсов помехового сигнала неизвестного происхождения, создаваемых станциями  $СПРП_{П\ 3}$ , низкоэнергетических сигналов навигационных космических аппаратов из состава орбитальной ГНСС  $РС_{ГНСС}$  и непреднамеренных помех  $РП_{Ш}$  и выделение альтернативных навигационных сигналов  $РС_{АН}$  из поступившей аддитивной смеси сигналов  $РС_{ГНСС}+РП_{СПРП\ 3}+РС_{АН}+РП_{Ш}$ . С выхода блока селекторов 27 альтернативные навигационные сигналы  $РС_{АН}$  поступают на вход приемоизмерителя 26.

40 Приемоизмеритель 26 с использованием альтернативного координатно-временного обеспечения, реализуемого пространственно распределенной системой радиопомех, то есть сигналов  $РС_{АН}$ , на основе полученных в результате обработки каждого из принятых сигналов  $РС_{АН}$ , данных о привязанных к шкале единого времени, декларированном кодограммой навигационного сообщения моменте начала передачи, измеренном моменте начала приема кодограммы навигационного сообщения и координатах источника - средстве создания радиопомех с функцией формирования и передачи альтернативного навигационного сигнала, излучаемых станциями  $СПРП_{П}$

3, определяет с использованием канонического дальномерного метода позиционирования (достаточно двух источников альтернативных навигационных сигналов) или разностно-дальномерного метода позиционирования (необходимо не менее трех источников альтернативных навигационных сигналов) планарные  
 5 координаты объекта-носителя комплексной многоканальной аппаратуры потребителей 18, а по двум смежным навигационным определениям - курсовой угол и модуль вектора скорости объекта-носителя. Результаты навигационных определений текущих значений и скорости изменения параметров пространственного положения с использованием альтернативного координатно-временного обеспечения формирует вектор  
 10 пространственного положения объекта. С выхода преемоизмерителя 26 вектор пространственного положения объекта поступает на другой вход блока комплексной обработки результатов навигационных измерений 24.

Блок комплексной обработки результатов навигационных измерений 24 на основе полученного вектора пространственного положения объекта от преемоизмерителя 26  
 15 производит контроль достоверности навигационных определений, корректировку динамической модели погрешности навигационных определений, экстраполяцию значений параметров пространственного положения объекта-носителя и формирует результаты навигационных определений, которые передает на вход устройства отображения навигационных определений 25.

20 Устройство отображения навигационных определений 25 осуществляет визуализацию результатов навигационных определений.

Учитывая вышеизложенное, предлагаемая пространственно распределенная система радиопомех, оснащенная средствами создания радиопомех НАП ГНСС с функцией формирования и излучения навигационных сигналов, способна обеспечить  
 25 превосходство над противником в конфликтной ситуации, называемой «навигационной войной», путем реализации в критической ситуации в локальной области пространства координатно-временного обеспечения, альтернативного координатно-временному обеспечению, реализуемому ГНСС, и доступного только санкционированным потребителям.

30 Предлагаемая пространственно распределенная система с функцией координатно-временного обеспечения санкционированных потребителей структурно, функционально, конструктивно-технически и информационно-технологически реализуема с использованием современных доступных для применения электрорадиоизделий, изделий микроэлектроники и микропроцессорной техники, общего и специального программного  
 35 обеспечения.

#### Литература

1. Левин А. Проверка боем / А. Левин // Региональная Россия. - 2012 - №8. - 17 с.
2. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1989, - 440 с.
- 40 3. Форст Ш. Алгоритм линейно-ограниченной обработки сигналов в адаптивной решетке. - ТИИЭР, 1972, т. 60 №8, с. 5-14.
4. Аппаратура навигационная потребителей глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС, GPS GL8088s и ML8088s. Руководство по эксплуатации. Редакция 2.1, Санкт-Петербург, 2011.
- 45 5. Осадчий В. ГЛОНАСС/GPS-модули НАВИА GL8088s и ML8088s / Осадчий В. // презентация - С. 9. - URL : <http://www.myshared.ru/slide/109662> (дата обращения 02.11.2016).
6. Патент №2419804 РФ, МПК G01S 1/00. Способы и устройства для навигационной системы с пониженной восприимчивостью к непреднамеренным и преднамеренным

помехам / КОЭН Кларк Э [и др.] (US); ДЗЕ БОИНГ КОМПАНИ (US). - №2008122539/09; заявл. 06.11.2006; опубл. 27.05.2011, Бюл. №35. - 48 с.: 18 ил.

7. Патент №2563972 РФ, МПК H04K 3/00. Пространственно-распределенный комплекс средств создания радиопомех / А.В. Журавлев [и др.] (РФ). - №2014111857/07; заявл. 27.03.2014; опубл. 27.09.2015, Бюл. №27. - 24 с.: 4 ил.

8. Патент № 2539563 РФ, МПК G01S 7/28, H04B 1/10. Система радиоподавления навигационной аппаратуры потребителей ГНСС противника, совместимая с отечественной аппаратурой потребителей ГНСС / А.В. Журавлев, В.М. Безмага, В.А. Шуваев (РФ), Открытое акционерное общество научно-внедренческое предприятие «ПРОТЕК» (РФ). - 2013149667/07; заявл. 06.11.2013, опубл. 20.01.2015, Бюл. №2. - 13 с.: 1 ил.

9. Патент 2563973 РФ, МПК G01S 7/36. Компенсатор радиопомех для обеспечения электромагнитной совместимости отечественной НАП ГНСС с отечественным средством радиоподавления НАП противника при работе на совпадающих частотах / А.В. Журавлев [и др.] (РФ). - №2014126320/07; заявл. 27.06.2014; опубл. 27.09.2015, Бюл. №27. - 10 с.: ил.

#### (57) Формула изобретения

Пространственно-распределенная система радиоподавления навигационной аппаратуры потребителей (НАП) глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) с функцией альтернативного координатно-временного обеспечения для санкционированных потребителей, включающая

- станции создания преднамеренных радиопомех, имеющие устройство создания радиопомех с функцией формирования координатно-временного сигнала, состоящее из генератора гармонического несущего сигнала, генератора модулирующей последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала, генератора модулирующей последовательности импульсов помехового сигнала, умножителя, формирующего сложный модулирующий сигнал путем перемножения последовательности импульсов помехового сигнала и последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала, умножителя, осуществляющего бинарную фазовую манипуляцию гармонического несущего сигнала импульсной последовательностью сложного модулирующего сигнала, усилителя, передающей антенны, при этом выход генератора гармонического несущего сигнала соединен с одним из входов умножителя, осуществляющего бинарную фазовую манипуляцию гармонического несущего сигнала импульсной последовательностью сложного модулирующего сигнала, выход генератора модулирующей последовательности импульсов помехового сигнала соединен с одним из входов умножителя, формирующего сложный модулирующий сигнал путем перемножения последовательности импульсов помехового сигнала и последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала, выход генератора модулирующей последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала соединен с другим выходом умножителя, формирующего сложный модулирующий сигнал путем перемножения последовательности импульсов помехового сигнала и последовательности импульсов альтернативного навигационного сигнала, выход которого соединен со вторым входом умножителя, осуществляющего бинарную фазовую манипуляцию гармонического несущего сигнала импульсной последовательностью сложного модулирующего сигнала, выход которого соединен с входом усилителя, выход которого соединен с передающей антенной,

- санкционированных потребителей, имеющих навигационную аппаратуру потребителя, обеспечивающую прием сигнала ГНСС и альтернативного координатно-временного сигнала от станций создания преднамеренных радиопомех, состоящую из приемной антенны, малошумящего усилителя, блока компенсаторов помеховых сигналов, формируемых и излучаемых станциями преднамеренных радиопомех, блока компенсаторов альтернативных навигационных сигналов, формируемых и излучаемых станциями создания преднамеренных радиопомех, приемоизмерителя, обеспечивающего решение задачи навигационных определений с использованием координатно-временного обеспечения реализуемого ГНСС, блока селекторов альтернативных навигационных сигналов, формируемых и излучаемых станциями создания преднамеренных радиопомех, приемоизмерителя, обеспечивающего решение задачи навигационных определений с использованием альтернативного координатно-временного обеспечения, реализуемого станциями создания преднамеренных радиопомех, блока комплексной обработки результатов навигационных измерений, обеспечивающего решение задачи навигационных определений с использованием альтернативного координатно-временного обеспечения, реализуемого станциями создания преднамеренных радиопомех, устройства отображения навигационных определений, при этом выход приемной антенны соединен с входом малошумящего усилителя, выход которого соединен с входом блока компенсаторов помеховых сигналов, выход которого соединен с входом блока компенсаторов альтернативных навигационных сигналов и с входом блока селекторов альтернативных навигационных сигналов, выход блока компенсаторов альтернативных навигационных сигналов соединен с входом приемоизмерителя, выход которого соединен с одним из входов блока комплексной обработки результатов навигационных измерений, выход блока селекторов альтернативных навигационных сигналов соединен с входом приемоизмерителя, выход которого соединен с другим входом блока комплексной обработки результатов навигационных измерений, выход которого соединен с входом устройства отображения навигационных определений.

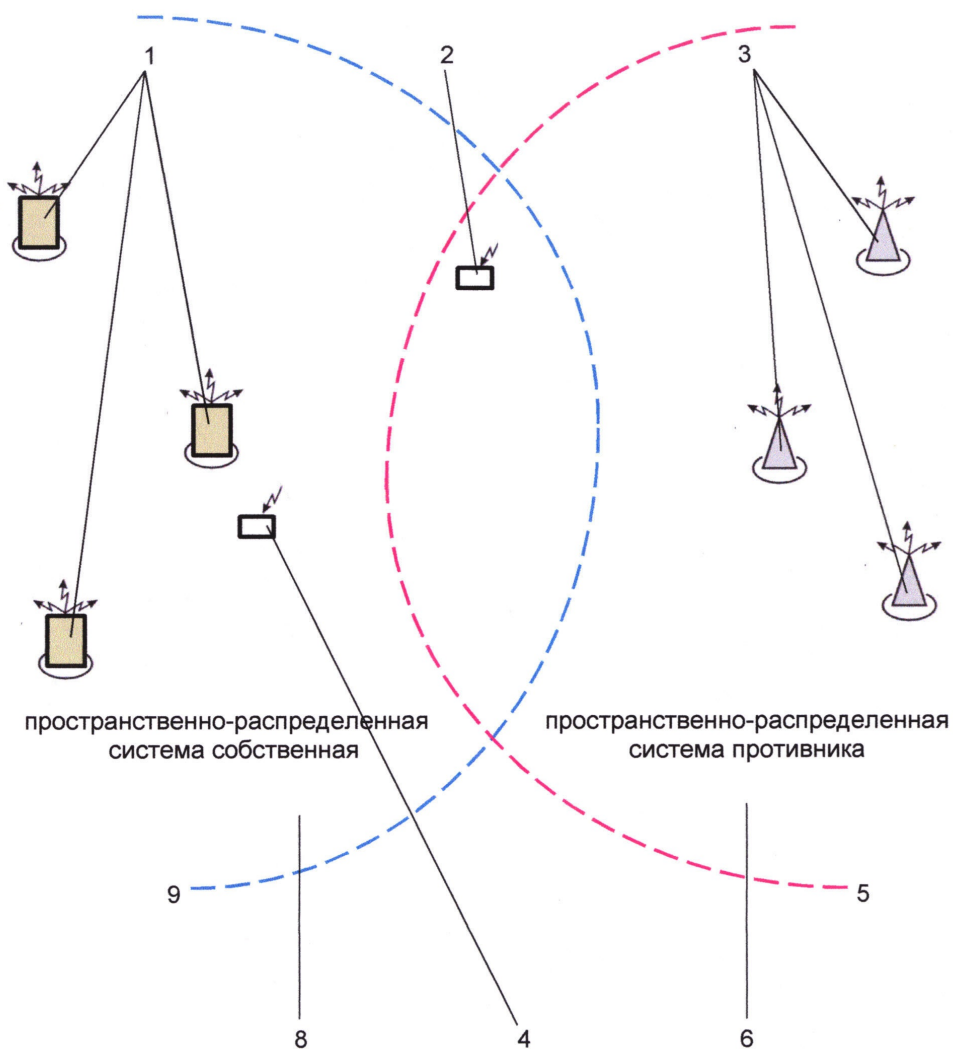
30

35

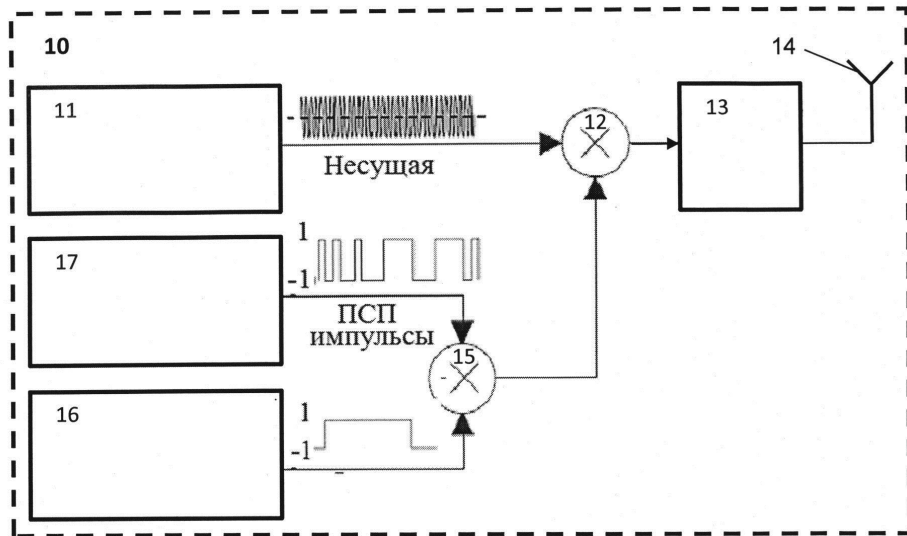
40

45

Пространственно-распределенная система радиоподавления  
 НАП ГНСС с функцией альтернативного координатно-  
 временного обеспечения для санкционированных потребителей

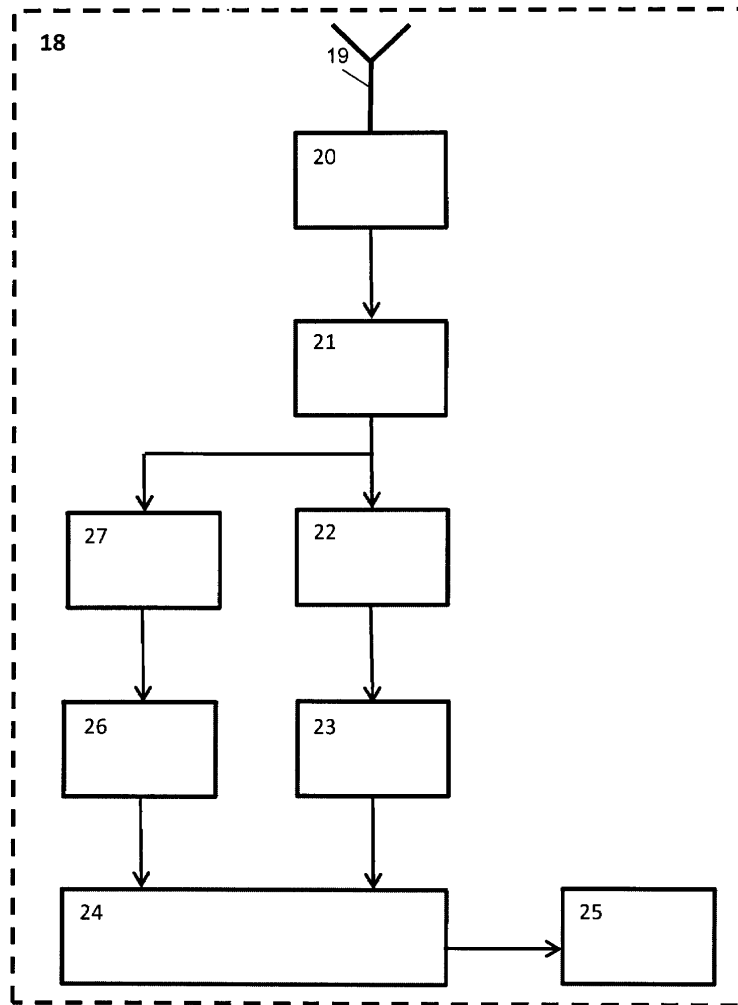


Фиг. 1

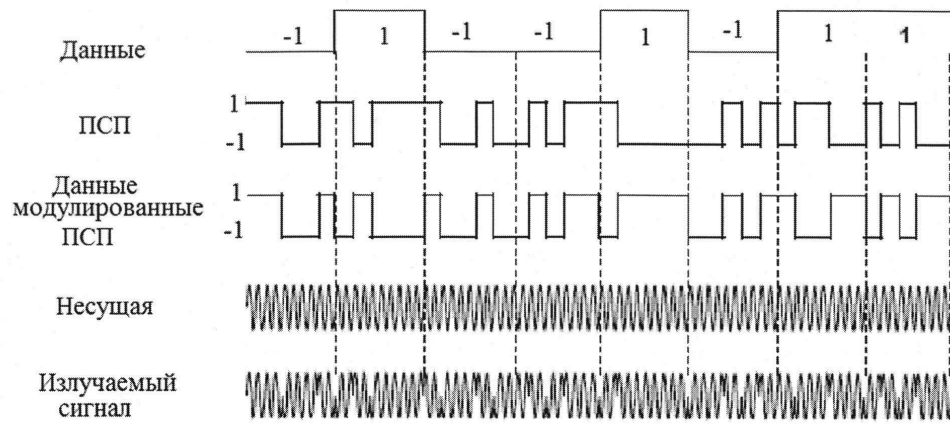


Фиг. 2





Фиг. 3



Фиг. 4