



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2012123805/11, 07.06.2012**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.06.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **07.06.2012**(45) Опубликовано: **10.03.2014** Бюл. № 7(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2446481 C2, 27.03.2012. RU 2228543 C2, 10.05.2004. US 5071087 A, 10.12.1991. US 6799094 B1, 28.09.2004. US 7120521 B2, 10.10.2006.**

Адрес для переписки:

**191187, Санкт-Петербург, наб. Кутузова, 10,
Институт прикладной астрономии, А.В.
Ипатову**

(72) Автор(ы):

**Ипатов Александр Васильевич (RU),
Дикарев Виктор Иванович (RU),
Койнаш Борис Васильевич (RU)**

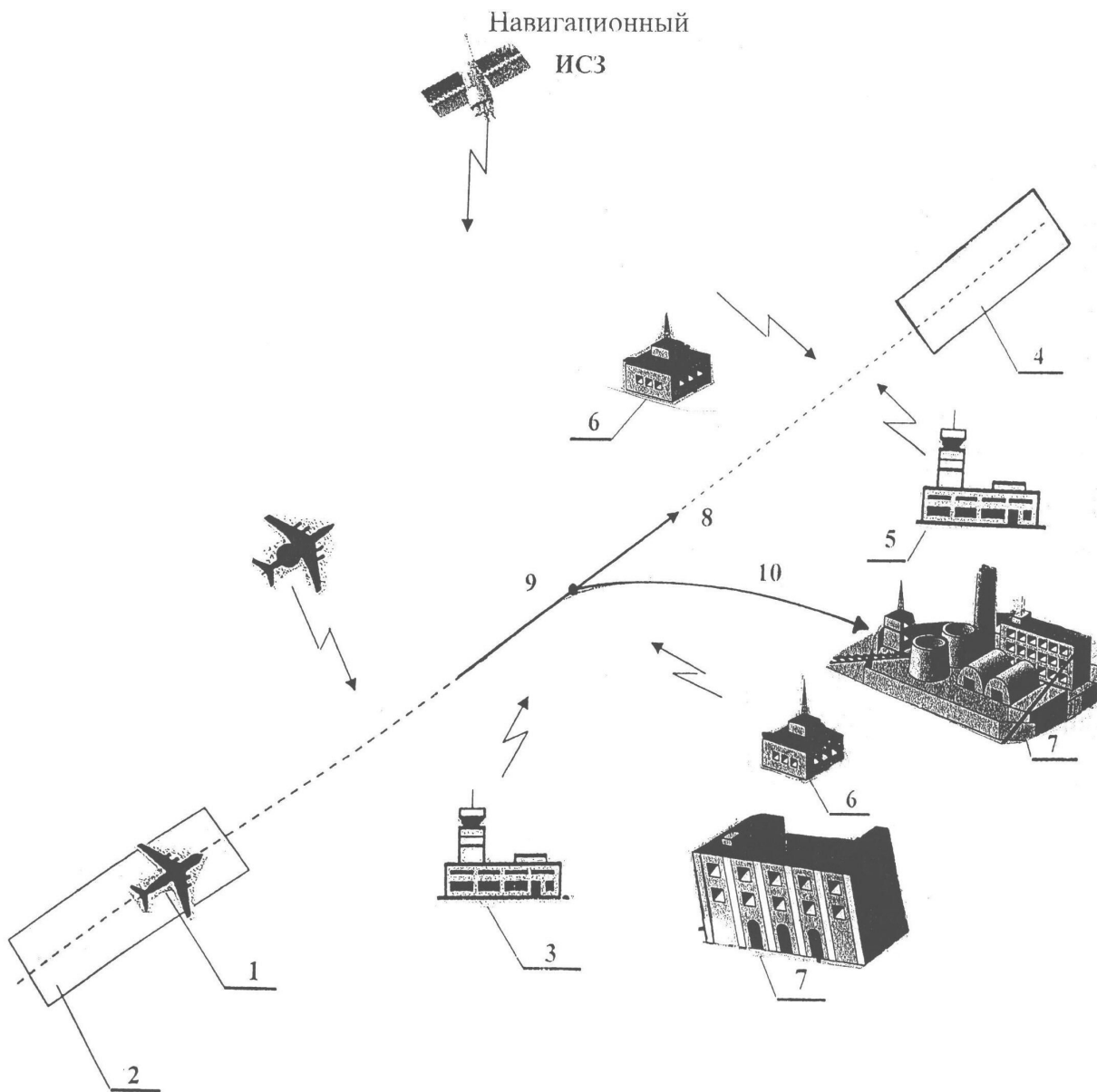
(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт прикладной
астрономии Российской академии наук (RU)****(54) СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области техники, занимающейся разработкой бортовой аппаратуры и бортовых систем летательных аппаратов (ЛА), обеспечивающих как безопасность полетов, так и безопасность наземных объектов. Для предотвращения несанкционированного использования летательных аппаратов используют бортовую аппаратуру и аппаратуру, размещаемую на пункте управления воздушным движением для определения координат и параметров

движения (ЛА), прогнозирования возможности нештатного изменения траектории полета. По полученным данным определяют и обрабатывают сложные сигналы, обладающие высокой энергетической и структурной скрытностью. Достигается повышение помехоустойчивости и надежности дуплексной радиосвязи между пунктом управления воздушным движением и летательным аппаратом путем подавления ложных сигналов (помех), принимаемых по зеркальным и комбинационным каналам. 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012123805/11, 07.06.2012**

(24) Effective date for property rights:
07.06.2012

Priority:

(22) Date of filing: **07.06.2012**

(45) Date of publication: **10.03.2014 Bull. 7**

Mail address:

**191187, Sankt-Peterburg, nab. Kutuzova, 10,
Institut prikladnoj astronomii, A.V. Ipatovu**

(72) Inventor(s):

**Ipatov Aleksandr Vasil'evich (RU),
Dikarev Viktor Ivanovich (RU),
Kojnash Boris Vasil'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
uchrezhdenie nauki Institut prikladnoj
astronomii Rossijskoj akademii nauk (RU)**

(54) **METHOD OF PREVENTING UNAUTHORISED USE OF AIRCRAFT**

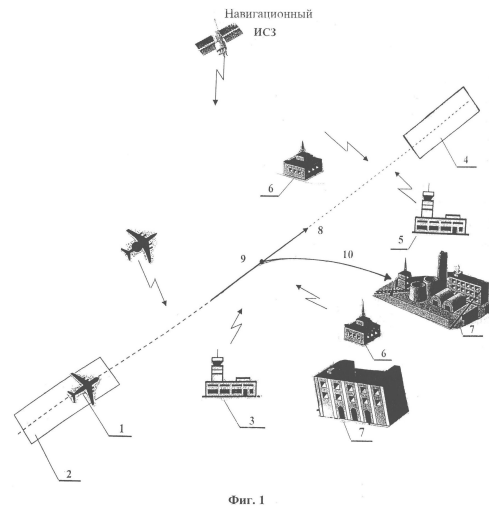
(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: unauthorised use of aircraft is prevented using onboard equipment and equipment installed at an air traffic control centre to determine coordinates and motion parameters of the aircraft and predict the possibility of unauthorised change in flight path. The obtained data are used to determine and process composite signals having high energy and structural security.

EFFECT: high noise-immunity and reliability of two-way radio communication between an air traffic control centre and aircraft by suppressing spurious signals received over image and combinational channels.

4 dwg



RU 2 509 373 C2

RU 2 509 373 C2

Предлагаемый способ относится к области техники, занимающейся разработкой бортовой аппаратуры и бортовых систем летательных аппаратов (ЛА), обеспечивающих как безопасность полетов, так и безопасность наземных объектов особой важности (атомные электростанции, арсеналы, пункты управления, учреждения государственной власти, склады и предприятия, места проведения массовых мероприятий и др.) при несанкционированном использовании ЛА недоброжелателями.

Известны способы обеспечения безопасности полетов (патенты РФ № №2.015.940, 2.089.449, 2.114.374, 2.115.163, 2.137.303, 2.137.678, 2.148.781, 2.151.714, 2.192.116, 2.228.543, 2.243.912, 2.343.530, 2.349.511, 2.446.481; патенты США №№4.706.198, 4.775.116, 4.821.982, 5.071.087; патент Франции №2.322.350, Доброленский Ю.П. и др. Методы инженерно-психологических исследований в авиации. - М., 1975, с.34 и др.).

Из известных способов наиболее близким к предлагаемому является «Способ предотвращения несанкционированного использования летательных аппаратов» (патент РФ №2.446.481, G08G 5/00, 2010), который и выбран в качестве прототипа.

В известном способе на борту летательного аппарата при его несанкционированном использовании формируют гармоническое колебание несущей частоты ω_c , манипулируют его по фазе псевдослучайной последовательностью, которая является идентифицированным номером летательного аппарата. Сформулированный сложный сигнал с фазовой манипуляцией преобразуют по частоте с использованием частоты $\omega_{Г1}$ первого гетеродина, выделяют напряжение первой промежуточной частоты, равной сумме частот $\omega_{пр1} = \omega_c + \omega_{Г1}$, усиливают его по мощности и излучают в эфир на частоте $\omega_1 = \omega_{пр1} = \omega_{Г2}$.

Принимаемый сложный сигнал с фазовой манипуляцией на частоте ω_1 на пункте управления воздушным движением. На последнем формируют гармоническое колебание несущей частоты ω_c , манипулируют его по фазе модулирующим кодом, отображающим команды на реконфигурацию бортовой аппаратуры летательного аппарата. Принимают сложный сигнал с фазовой манипуляцией на частоте ω_2 на борту летательного аппарата. Выделяют низкочастотное напряжение, пропорциональное модулирующему коду, и используют его для реконфигурации бортовой аппаратуры летательного аппарата. Частоты $\omega_{Г1}$ и $\omega_{Г2}$ гетеродинов разнесены на величину второй промежуточной частоты $\omega_{Г2} - \omega_{Г1} = \omega_{пр2}$.

В приемниках, входящих в состав бортовой аппаратуры ЛА и аппаратуры, размещаемой на пунктах управления воздушным движением, одно и то же значение второй промежуточной частоты $\omega_{пр2}$ может быть получено в результате приема сигналов на следующих частотах ω_c , ω_2 , ω_{31} и ω_{32} , т.е.

$$\omega_{пр2} = \omega_1 - \omega_{Г1}; \quad \omega_{пр2} = \omega_{Г1} - \omega_{31};$$

$$\omega_{пр2} = \omega_{Г2} - \omega_2; \quad \omega_{пр2} = \omega_{32} - \omega_{Г2}.$$

Следовательно, если частоты настройки ω_1 и ω_2 принять за основные каналы приема, то наряду с ними будут иметь место зеркальные каналы приема, частоты ω_1 и ω_2 которых отличаются от частот ω_1 и ω_2 на $2\omega_{пр2}$ и расположены симметрично (зеркально) относительно частот гетеродинов $\omega_{Г1}$ и $\omega_{Г2}$ (фиг.4). Преобразование по зеркальным каналам приема происходит с тем же коэффициентом преобразования $K_{пр}$, что и по основным каналам приема. Поэтому они наиболее существенно влияют на избирательность и помехоустойчивость приемников.

Кроме зеркальных существуют и другие дополнительные (комбинационные) каналы приема. В общем виде любой комбинационный канал приема имеет место при

выполнении условий:

$$\omega_{\text{пр}2} = \left| \pm m \omega_{ki} \pm n \omega_{\Gamma1} \right|,$$

$$\omega_{\text{пр}2} = \left| \pm m \omega_{ki} \pm n \omega_{\Gamma2} \right|,$$

5 где ω_{ki} - частота i -го комбинированного канала приема, m, n, i - целые положительные числа.

Наиболее вредными комбинационными каналами приема являются каналы, образующиеся при взаимодействии первой гармоники частоты сигнала с гармониками частот гетеродинов малого порядка (второй, третьей и т.д.), так как чувствительность приемников по этим каналам близка к чувствительности основных каналов. Так, 10 четырем комбинационным каналам при $m=1$ и $n=2$ соответствуют частоты:

$$\omega_{k1} = 2\omega_{\Gamma1} - \omega_{\text{пр}2}, \quad \omega_{k2} = 2\omega_{\Gamma1} + \omega_{\text{пр}2},$$

$$15 \quad \omega_{k3} = 2\omega_{\Gamma2} - \omega_{\text{пр}2}, \quad \omega_{k4} = 2\omega_{\Gamma2} + \omega_{\text{пр}2}.$$

Наличие ложных сигналов (помех), принимаемых по зеркальным и комбинационным каналам, приводят к снижению помехоустойчивости и надежности дуплексной радиосвязи между пунктом управления воздушным движением и летательным аппаратом.

20 Технической задачей изобретения является повышение помехоустойчивости и надежности дуплексной радиосвязи между пунктом управления воздушным движением и летательным аппаратом путем подавления ложных сигналов (помех), принимаемых по зеркальным и комбинационным каналам.

25 Поставленная задача решается тем, что способ предотвращения несанкционированного использования летательных аппаратов, заключающийся, в соответствии с ближайшим аналогом, в том, что средствами пунктов управления воздушным движением определяют текущие координаты и параметры движения летательного аппарата, прогнозируют возможность нештатного изменения 30 траектории его полета, формируют и передают на борт летательного аппарата команды на изменение параметров полета, при этом в процессе предполетной подготовки в бортовую навигационную систему летательного аппарата вводят детерминированные программные траекторные параметры с заложенной 35 невозможностью из изменения, в процессе полета определение текущих координат и параметров движения летательного аппарата дополнительно производят собственными средствами летательного аппарата и средствами космического и воздушного наблюдения, информационно сопряженными с пунктами управления 40 воздушным движением с постоянным определением указанными средствами рассогласования параметров текущей траектории летательного аппарата от детерминированной программной, по информации, размещенной в системе серверов баз обновляемых данных, информационно сопряженных с пунктами управления воздушным движением, об энергетическом потенциале летательного аппарата, о 45 степени важности объектов, расположенных по траектории полета летательного аппарата и их взаимном положении в процессе полета, выявляют конфликтно-опасные летательные аппараты и отслеживают попытки несанкционированного использования выявленных конфликтно-опасных летательных аппаратов по информации об их недопустимом отклонении от детерминированной программной 50 траектории или по тревожному сообщению с борта летательного аппарата, а при наступлении этого сообщения производят реконфигурацию бортовых систем или бортовой аппаратуры летательного аппарата по командам, сформированным бортовым корректирующим устройством, или по командам, сформированным и

переданным на борт летательного аппарата указанными средствами наблюдения и
 пункты управления и снятие этой реконфигурации после уменьшения рассогласования
 до допустимой величины, при этом на борту летательного аппарата при его
 несанкционированном использовании формируют гармоническое колебание несущей
 5 частоты ω_c , манипулируют его по фазе псевдослучайной последовательностью,
 которая является идентификационным номером летательного аппарата,
 сформированный сложный сигнал с фазовой манипуляцией преобразуют по частоте с
 использованием частоты $\omega_{Г1}$, первого гетеродина, выделяют напряжение первой
 10 промежуточной частоты, равной сумме частот $\omega_{пр1} = \omega_c + \omega_{Г1}$, усиливают его по
 мощности и излучают в эфир на частоте $\omega_1 = \omega_{пр1} = \omega_{Г1}$, принимают сложный сигнал с
 фазовой манипуляцией на частоте ω_1 на пункте управления воздушным движением,
 усиливают его по мощности, преобразуют по частоте с использованием частоты $\omega_{Г1}$
 15 второго гетеродина, выделяют напряжение второй промежуточной частоты, равной
 разности частот $\omega_{пр2} = \omega_1 - \omega_{Г1}$, выделяют низкочастотное напряжение,
 пропорциональное идентифицированному номеру летательного аппарата,
 регистрируют и анализируют его, на пункте управления воздушным движением
 формируют гармоническое колебание несущей частоты ω_c , манипулируют его по фазе
 20 модулирующим кодом, отображающим команды на реконфигурацию бортовой
 аппаратуры летательного аппарата, преобразуют его по частоте с использованием
 частоты $\omega_{Г2}$, первого гетеродина, выделяют напряжение третьей промежуточной
 частоты, равной разности частот $\omega_{пр3} = \omega_{Г2} - \omega_c$, усиливают его по мощности и
 25 излучают в эфир на частоте $\omega_2 = \omega_{пр3} = \omega_{Г1}$, принимают сложный сигнал с фазовой
 манипуляцией на частоте ω_2 на борту летательного аппарата, усиливают его по
 мощности, преобразуют по частоте с использованием частоты $\omega_{Г2}$ второго
 гетеродина, выделяют первое напряжение второй промежуточной частоты, равной
 30 разности частот $\omega_{пр2} = \omega_{Г2} - \omega_2$, выделяют низкочастотное напряжение,
 пропорциональное модулирующему коду, и используют его для реконфигурации
 бортовой аппаратуры летательного аппарата, причем частоты $\omega_{Г1}$ и $\omega_{Г2}$ гетеродинов
 разносят на величину второй промежуточной частоты $\omega_{Г2} - \omega_{Г1} = \omega_{пр2}$, на борту
 летательного аппарата сложные сигналы с фазовой манипуляцией излучают на
 35 частоте ω_1 а принимают - на частоте ω_2 , а на пункте управления воздушным
 движением, наоборот, сложные сигналы с фазовой манипуляцией излучают на частоте
 ω_2 , а принимают - на частоте ω_1 , отличается от ближайшего аналога тем, что на борту
 летательного аппарата напряжение второго гетеродина сдвигают по фазе на -90° ,
 используют его для повторного преобразования по частоте принимаемого сложного
 40 сигнала с фазовой манипуляцией на частоте ω_2 , выделяют второе напряжение второй
 промежуточной частоты, равной разности частот $\omega_{пр2} = \omega_{Г2} - \omega_2$, сдвигают его по фазе
 на $+90^\circ$, суммируют с первым напряжением второй промежуточной частоты,
 перемножают первое суммарное напряжение с принимаемым сложным сигналом,
 45 выделяют гармоническое напряжение с частотой $\omega_{Г2}$, детектируют его, используют
 продетектированное напряжение для разрешения синхронного детектирования
 первого суммарного напряжения с использованием гармонического колебания
 несущей частоты ω_c в качестве опорного напряжения, на пункте управления
 50 воздушным движением напряжение второго гетеродина сдвигают по фазе на $+90^\circ$,
 используют его для повторного преобразования по частоте принимаемого сигнала с
 фазовой манипуляцией на частоте ω_2 , выделяют четвертое напряжение второй
 промежуточной частоты, равной разности частот $\omega_{пр2} = \omega_1 - \omega_{Г1}$, сдвигают его по фазе

на $+90^\circ$, суммируют с третьим напряжением второй промежуточной частоты, перемножают второе суммарное напряжение с принимаемым сложным сигналом, выделяют гармоническое напряжение с частотой $\omega_{Г1}$, детектируют его, используют продетектированное напряжение для разрешения синхронного детектирования второго суммарного напряжения с использованием гармонического колебания несущей частоты ω_c в качестве опорного напряжения.

Техническая сущность способа поясняется фиг.1 на примере перелета пилотируемого ЛА (например, пассажирский дальнемагистральный самолет) из одного пункта в другой. Структурная схема бортовой аппаратуры ЛА представлена на фиг.2. Структурная схема аппаратуры, размещаемой на пункте управления воздушным движением, представлена на фиг.3. Частотная диаграмма, поясняющая преобразование сигналов по частоте, представлена на фиг.4.

Бортовая аппаратура ЛА и аппаратура, размещаемая на пункте управления воздушным движением, содержит последовательно включенные задающий генератор 11.1 (11.2), фазовый манипулятор 13.1 (13.2), второй вход которого соединен с выходом генератора 12.1 псевдослучайной последовательности (ПСП) (генератора 12.2 модулирующего кода), первый смеситель 15.1 (15.2), второй вход которого соединен с выходом первого гетеродина 14.1 (14.2), усилитель 16.1 первой промежуточной (16.2 третьей промежуточной) частоты, первый усилитель 17.1 (17.2) мощности, дуплексер 18.1 (18.2), вход-выход которого связан с приемопередающей антенной 19.1 (19.2), второй усилитель 20.1 (20.2) мощности, второй смеситель 22.1 (22.2), второй вход которого соединен с выходом второго гетеродина 21. (21.2), первый усилитель 23.1 (третий усилитель 23.2) второй промежуточной частоты, сумматор 30.1 (30.2), перемножитель 31.1 (31.2), второй вход которого соединен с выходом второго усилителя 20.1 (20.2) мощности, узкополосный фильтр 32.1 (32.2), амплитудный детектор 33.1 (33.2), ключ 34.1 (34.2), второй вход которого соединен с выходом сумматора 30.1 (30.2), фазовый детектор 24.1 (24.2), второй вход которого соединен с выходом задающего генератора 11.1 (11.2), и блок 25.1 реконфигурации бортовой аппаратуры (блок 25.2 регистрации).

Предлагаемый способ реализуется следующим образом.

Экипаж самолета 1, находящегося в аэропорту 2 (показана только взлетная полоса) с разрешения пункта 3 управления воздушным движением, обслуживающим данный аэропорт, готовится к перелету в аэропорт 4, который обслуживается пунктом 5 управления воздушным движением. Вдоль трассы полета могут находиться несколько таких пунктов, информационно взаимосвязанных друг с другом и с бортом сопровождаемого ими самолета в процессе его полета.

В процессе предполетной подготовки в вычислители бортовых навигационных систем вводят блоки памяти с размещенными в них детерминированными программными траекторными параметрами с заложенной невозможностью их изменения.

Следовательно, экипаж в процессе полета не имеет возможности каким-либо образом изменить заложенные траекторные параметры. Их изменение возможно только по инициативе пункта управления воздушным движением, в зоне управления которого в данный момент находится самолет (например, по радиоканалу), в случае обхода грозы, невозможности посадки в аэропорту пребывания по метеоусловиям, появления технических неисправностей. Такие же детерминированные траекторные параметры размещены в памяти вычислительных систем всех пунктов управления воздушным движением, размещенных в радиусе досягаемости ЛА данного типа. В

общем случае в них же размещены детерминированные траекторные параметры всех ЛА, пребывающих в зоне видимости устойчивого информационного обмена в соответствии с расписанием и маршрутизацией полетов. Траекторные параметры, включая участки послевзлетных разворотов и маневрирования перед посадкой, могут задаваться в различной форме, например, совокупностью пар $H(L)$, $\psi(L)$ (текущая высота и ортодромный курс по дальности L), текущими координатами текущими X , Y , Z по дальности L или времени t в связанной с землей системой координат или в другой форме.

После взлета самолета и начала его полета по детерминированной программной траектории средствами пунктов управления воздушным движением определяют текущие координаты и параметры движения ЛА и прогнозируют возможность нештатного изменения траектории полета по рассогласованию параметров текущей траектории ЛА от детерминированной программной на величину, более чем заранее заданная. При этом допускаемая величина рассогласования может быть переменной на различных участках траектории: на участке захода на посадку она должна быть меньше. В процессе полета определение текущих координат и параметров движения ЛА, а также выявление рассогласования между текущими и детерминированными программными траекторными параметрами дополнительно производится его собственными бортовыми средствами и средствами космического (например, спутник разведки) и воздушного наблюдения (например, самолет типа «Авакс»).

К собственным средствам определения текущих координат относится инерциальная навигационная система (ИНС) или аппаратура спутниковой навигационной системы. Предполагается также, что вычислительные системы средств воздушного и космического наблюдения тоже содержат детерминированные программные траекторные параметры ЛА, находящихся в зонах их видимости и устойчивого информационного обмена.

Как в зоне полета, так и в зоне досягаемой дальности ЛА, обладающего значительным энергетическим потенциалом (сотни тонн общей массы, десятки тонн топлива, большая скорость полета), расположено большое количество объектов различной степени важности, включая и объекты особой важности (объекты атомной и гидроэнергетики, учреждения государственной власти, пусковые установки с ядерными зарядами, склады и предприятия особо токсичной продукции, пункты управления, места проведения массовых мероприятий, крупные объекты на водной поверхности и др.), разрушение или уничтожение которых чревато необратимыми катастрофическими последствиями. Координаты этих объектов размещаются в серверах баз данных 6.

На борту ЛА 1, осуществляющего полет по траектории 8 с заданными детерминированными траекторными параметрами может произойти нештатная ситуация, следствием которой может стать появление сигнала о рассогласовании между текущими и детерминированными программными траекторными параметрами на величину, более чем заранее допустимую, что будет обнаружено бортовыми средствами ЛА, средствами пункта управления воздушным движением и средствами воздушного и космического наблюдения. Предположим, что это происходит в точке 9 траектории 8, и ЛА, перейдя на ручное управление, произвел несанкционированный разворот и по траектории 10 продолжил полет в направлении объекта особой важности 7. Появление отмеченного выше сигнала при отсутствии причины технического характера (например, по оперативному анализу телеметрируемых параметров) идентификация как попытка несанкционированного использования

выявленного конфликтно-опасного ЛА (например, при захвате управления ЛА террористами). Эта попытка может быть идентифицирована также по тревожному сообщению экипажа ЛА до начала его несанкционированного разворота или в процессе взлета. При этом включается задающий генератор 11.1, который формирует

$$u_{c1}(t) = U_{c1} \cos(\omega_c t + \varphi_c), \quad 0 \leq t \leq T_{c1}$$

где U_{c1} , ω_c , φ_c , T_{c1} - амплитуда, несущая частота, начальная фаза и длительность высокочастотного колебания,

которое поступает на первый вход фазового манипулятора 13.1. На второй вход фазового манипулятора 13.1 подается псевдослучайная последовательность (ПСП) с выхода генератора 12.1 ПСП, которая является идентификационным номером ЛА. На выходе фазового манипулятора 13.1 образуется сложный сигнал с фазовой манипуляцией (ФМн)

$$u_1(t) = U_{Г1} \cos[\omega_c t + \varphi_{k1}(t) + \varphi_{c1}], \quad 0 \leq t \leq T_{c1},$$

где $\varphi_{k1}(t) = \{0, \pi\}$ - манипулированная составляющая фазы, отображающая закон фазовой манипуляции в соответствии с идентификационным номером ЛА,

который поступает на первый вход первого смесителя 15.1, на второй вход которого подается напряжение первого гетеродина 14.1

$$U_{Г1}(t) = U_{Г1} \cos(\omega_{Г1} t + \varphi_{Г1}).$$

На выходе смесителя 15.1 образуется напряжение комбинационных частот.

Усилителем 16.1 выделяется напряжение первой промежуточной частоты

$$u_{пp1}(t) = U_{пp1} \cos[\omega_{пp1} t + \varphi_{k1}(t) + \varphi_{пp1}],$$

$$\text{где } U_{пp1} = \frac{1}{2} U_{c1} U_{Г1};$$

$\omega_{пp1} = \omega_c + \omega_{Г1} = \omega_1$ - первая промежуточная (суммарная) частота (фиг.4);

$$\varphi_{пp1} = \varphi_{Г1} + \varphi_c;$$

которое после усиления в усилителе 17.1 мощности через дуплексер 18.1 поступает в приемопередающую антенну 19.1, излучается ею в эфир, улавливается приемопередающей антенной 19.2 пункта управления воздушным движением и через дуплексер 18.2 и усилитель 20.2 мощности поступает на первые входы смесителей 22.2 и 27.2, на вторые входы которых подаются напряжения гетеродина 21.2

$$u_{Г1}(t) = U_{Г1} \cos(\omega_{Г1} t + \varphi_{Г1}),$$

$$u_{Г1}(t) = U_{Г1} \cos(\omega_{Г1} t + \varphi_{Г1} + 90^\circ).$$

На выходе смесителей 22.2 и 27.2 образуются напряжения комбинационных частот. Усилителями 23.2 и 28.2 выделяются напряжения второй промежуточной (разностной) частоты:

$$u_{пp2}(t) = U_{пp2} \cos[\omega_{пp2} t + \varphi_{k1}(t) + \varphi_{пp2}],$$

$$u_{пp3}(t) = U_{пp2} \cos[\omega_{пp2} t + \varphi_{k1}(t) + \varphi_{пp2} - 90^\circ],$$

$$\text{где } U_{пp2} = \frac{1}{2} U_{пp1} U_{Г1};$$

$\omega_{пp2} = \omega_{пp1} - \omega_{Г1}$ - вторая промежуточная (разностная) частота;

$$\varphi_{пp2} = \varphi_{пp1} - \varphi_{Г1}.$$

Напряжение $u_{пp3}(t)$ с выхода усилителя 28.2 второй промежуточной частоты поступает на вход фазовращателя на 29.2 на 90° , на выходе которого образуется напряжение

$$u_{пp4}(t) = U_{пp2} \cos[\omega_{пp2} t + \varphi_{k1}(t) + \varphi_{пp2} - 90^\circ + 90^\circ] = U_{пp2} \cos[\omega_{пp2} t + \varphi_{k1}(t) + \varphi_{пp2}].$$

Напряжения $u_{пp2}(t)$ и $u_{пp4}(t)$ поступают на два входа сумматора 30.2, на выходе

которого образуется второе суммарное напряжение $u_{\Sigma 2}(t) = U_{\Sigma 2} \cos[\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{k1}(t) + \varphi_{\text{пр}2}]$, $0 \leq t \leq T_{c1}$

где $U_{\Sigma 2} = 2U_{\text{пр}2}$;

которое поступает на второй вход перемножителя 31.2. На первый вход последнего подается принимаемый сигнал $u_{\text{пр}1}(t)$ с выхода усилителя 20.2 мощности. На выходе перемножителя 31.2 образуется гармоническое напряжение

$$u_2(t) = U_2 \cos(\omega_{\Gamma 1}t + \varphi_{\Gamma 1}),$$

где
$$U_2 = \frac{1}{2} U_{\text{пр}1} U_{\Sigma 2},$$

которое выделяется узкополосным фильтром 32.2, детектируется амплитудным детектором 33.2 и подается на управляющий вход ключа 34.2, открывая его. В исходном состоянии ключ 34.2 всегда закрыт.

Частота настройки $\omega_{\text{н}1}$ узкополосного фильтра 32.2 выбирается следующим образом: $\omega_{\text{н}1} = \omega_{\Gamma 2}$. При этом суммарное напряжение $u_{\Sigma 2}(t)$ с выхода сумматора 30.2 через открытый ключ 34.2 подается на первый (информационный) вход фазового детектора 24.2. На второй (опорный) вход фазового детектора 24.2 подается напряжение

$$u_{c2}(t) = U_{c2} \cos(\omega_c t + \varphi_c), \quad 0 \leq t \leq T_{c2},$$

с выхода задающего генератора 11.2. В результате синхронного детектирования на выходе фазового детектора 24.2 образуется низкочастотное напряжение

$$u_{\text{н}1}(t) = U_{\text{н}1} \cos \varphi_{k1}(t),$$

где
$$u_{\text{н}1} = \frac{1}{2} U_{\Sigma 2} U_{c2};$$

которое фиксируется блоком 25.2 регистрации.

По зафиксированному низкочастотному напряжению определяется идентификационный номер ЛА, захваченного террористами, и его местоположение. При этом высокочастотное колебание $u_{c2}(t)$ с выхода задающего генератора 11.2 поступает на первый вход фазового манипулятора 13.2, на второй вход которого подается модулирующий код $M(t)$ с выхода генератора 12.2. На выходе фазового манипулятора 13.2 образуется сложный ФМн-сигнал

$$u_2(t) = U_{c2} \cos[\omega_c t + \varphi_{k2}(t) + \varphi_c], \quad 0 \leq t \leq T_{c2},$$

где $\varphi_{k2}(t) = \{0, \pi\}$ - манипулируемая составляющая фазовой манипуляции в соответствии с модулирующим кодом $M(t)$;

который поступает на первый вход смесителя 15.2, на второй вход которого подается напряжение гетеродина 14.2

$$u_{\Gamma 2}(t) = U_{\Gamma 2} \cos(\omega_{\Gamma 2}t + \varphi_{\Gamma 2}).$$

На выходе смесителя 15.2 образуются напряжения комбинационных частот. Усилителем 16.2 выделяется напряжение третьей промежуточной частоты

$$u_{\text{пр}3}(t) = U_{\text{пр}3} \cos[\omega_{\text{пр}3}t - \varphi_{k2}(t) + \varphi_{\text{пр}3}], \quad 0 \leq t \leq T_{c2}$$

где
$$U_{\text{пр}3} = \frac{1}{2} U_{c2} U_{\Gamma 2};$$

$\omega_{\text{пр}3} = \omega_{\text{н}2} - \omega_c$ - третья промежуточная частота;

$$\varphi_{\text{пр}3} = \varphi_{\Gamma 2} - \varphi_c,$$

которое после усиления в усилителе 17.2 мощности через дуплексер 18.2 поступает в приемопередающую антенну 19.2, излучается ею в эфир на частоте ω_2 , улавливаются приемопередающей антенной 19.1 летательного аппарата и через дуплексер 18.1 и усилитель 20.1 мощности поступает на первые входы смесителей 22.1 и 27.1, на вторые

входы которых подаются напряжения гетеродина 21.1:

$$u_{\Gamma 2}(t) = U_{\Gamma 2} \cos(\omega_{\Gamma 2} t + \varphi_{\Gamma 2}),$$

$$u'_{\Gamma 2}(t) = U_{\Gamma 2} \cos[\omega_{\Gamma 2} t + \varphi_{\Gamma 2} - 90^\circ].$$

5 На выходе смесителей 22.1 и 27.1 образуются напряжения комбинационных частот. Усилителями 23.1 и 28.1 выделяются напряжения второй промежуточной (разностной) частоты:

$$u_{\text{пр}5}(t) = U_{\text{пр}5} \cos[\omega_{\text{пр}2} t + \varphi_{k2}(t) + \varphi_{\text{пр}5}],$$

$$10 \quad u_{\text{пр}6}(t) = U_{\text{пр}5} \cos[\omega_{\text{пр}2} t + \varphi_{k2}(t) + \varphi_{\text{пр}5} - 90^\circ],$$

$$\text{где } U_{\text{пр}5} = \frac{1}{2} U_{\text{пр}3} U_{\Gamma 2};$$

$\omega_{\text{пр}2} = \omega_{\Gamma 2} - \omega_{\text{пр}3}$ - вторая промежуточная (разностная) частота;

$$\varphi_{\text{пр}5} = \varphi_{\Gamma 2} - \varphi_{\text{пр}3}.$$

15 Напряжение $u_{\text{пр}6}(t)$ с выхода усилителя 28.1 второй промежуточной частоты поступает на вход фазовращателя 29.1 на -90° , на выходе которого образуется напряжение

$$u_{\text{пр}7}(t) = U_{\text{пр}5} \cos[\omega_{\text{пр}2} t + \varphi_{k2}(t) + \varphi_{\text{пр}5} - 90^\circ + 90^\circ] = U_{\text{пр}5} \cos[\omega_{\text{пр}2} t + \varphi_{k2}(t) + \varphi_{\text{пр}5}].$$

20 Напряжения $u_{\text{пр}5}(t)$ и $u_{\text{пр}7}(t)$ поступают на два входа сумматора 30.1, на выходе которого образуется первое суммарное напряжение

$$u_{\Sigma 1}(t) = U_{\Sigma} \cos[\omega_{\text{пр}2} t + \varphi_{k2}(t) + \varphi_{\text{пр}6}], \quad 0 \leq t \leq T_c,$$

$$\text{где } U_{\Sigma 1} = 2U_{\text{пр}5},$$

25 которое поступает на второй вход перемножителя 31.1. На первый вход последнего подается принимаемый сигнал $u_{\text{пр}3}(t)$ с выхода усилителя 20.1 мощности. На выходе перемножителя 31.1 образуется гармоническое напряжение

$$u_3(t) = U_3 \cos(\omega_{\Gamma 2} t + \varphi_{\Gamma 2}),$$

$$30 \quad \text{где } U_3 = \frac{1}{2} U_{\text{пр}3} U_{\Sigma 1},$$

которое выделяется узкополосным фильтром 32.1, детектируется амплитудным детектором 33.1 и подается на управляющий вход ключа 34.1, открывая его. В исходном состоянии ключ 34.1 всегда закрыт. Частота настройки $\omega_{\text{Н}2}$ узкополосного 35 фильтра 32.1 выбирается следующим образом: $\omega_{\text{Н}2} = \omega_{\Gamma 2}$. При этом суммарное напряжение $u_{\Sigma 1}(t)$ с выхода сумматора 30.1 через открытый ключ 34.1 поступает на первый (информационный) вход фазового детектора 24.1. На второй (опорный) вход фазового детектора 24.1 подается напряжение $u_{c1}(t)$ с выхода задающего генератора 11.1.

40 В результате синхронного детектирования на выходе фазового детектора 24.1 образуется низкочастотное напряжение

$$u_{\text{н}2}(t) = U_{\text{н}2} \cos \varphi_{k2}(t),$$

$$45 \quad \text{где } U_{\text{н}2} = \frac{1}{2} U_{\Sigma 1} \cdot U_{c1};$$

которое поступает в блок 25.1 реконфигурации бортовой аппаратуры.

Блок 25.1 может выполнять следующие виды реконфигурации бортовой аппаратуры ЛА:

- 50 - введение блокировки гидромеханической части системы штурвального управления;
- отключение системы распознавания «свой-чужой». Этим достигается выделение конфликтно-опасного ЛА в воздушном пространстве среди большого количества

других ЛА с целью упорядоченной концентрации на нем внимания пунктов управления воздушным движением, средств ПВО и истребительной авиации;

- включение блока колебательности в автомате стабилизации, что приведет к раскачиванию ЛА по всем осям до границы его неустойчивости, затруднению

пилотирования ЛА и наведению его на объект;

- включение блоков искажения в системах построения курса, тангажа, например, циклическим суммированием с переменной по величине и времени установкой. Это обстоятельство приведет к потере ориентировки в пространстве и усложнит поиск

объекта нанесения таранного удара;

- включение блока искажения в системах измерения высоты и скорости, что затрудняет пилотирование ЛА;

- включение блока искажения в системе отображения полетной информации на приборной доске пилотов (углы атаки и скольжения, обороты двигателей и др.), например «мерцанием» показаний;

- принудительное включение системы аварийной сигнализации о нештатном функционировании всех жизненно важных систем ЛА. Это обстоятельство повлечет стрессовое состояние экипажа с потерей глубины логических действий с возможным последующим отказом от несанкционированных действий;

- отключение одного или группы двигателей, а также включение системы аварийного слива топлива, что затрудняет пилотирование ЛА и уменьшает его досягаемую дальность полета;

- включение блока отрицательного мультимедиа воздействия (звуковое сопровождение на частотах, неблагоприятно воздействующих на слуховой аппарат, а также выведение на бортовой дисплей изображений, неприятных для ощущений террористам). Это обстоятельство повлечет стрессовое состояние экипажа с потерей полноты логических действий;

- включение блока выдачи рекомендаций экипажу, например включение изображения главы террористической организации, приказывающего прекратить несанкционированные действия;

- включение блока перевода управления в режим дистанционного пилотирования (например, на самолет сопровождения или пункт управления воздушным движением);

- включение систем придания непрозрачности остеклению кабины путем поляризации остекления, внутреннего или внешнего его забрызгивания, а также принудительное ослепление экипажа. Особенно эффективно это действие на начальной стадии взлета, когда несанкционированное использование ЛА может быть исключено в принципе;

- принудительную механическую фиксацию частей тела экипажа, что может затруднить ручное пилотирование ЛА или исключить переход на ручное управление перетягиванием штурвала;

- включение блока принудительного сваливания в штопор, например, путем одновременного формирования сигналов на реверс или отключение двигателей, но рули высоты (для увеличения угла атаки), крена и курса. Это действие является одним из последних, когда обнаружится неизбежность столкновения ЛА с объектом особой ценности при исчерпании всех других, но подобная операция выполняется по команде с пункта управления воздушным движением по принятию соответствующего решения при лимите времени на задействование средств ПВО и истребительной авиации.

Последовательность выдачи команд на виды реконфигурации бортовых систем или бортовой аппаратуры определяется мерой усиления эффекта их последствия. Причем

эта последовательность команд может формироваться на средствах наземного базирования, на пунктах управления воздушным движением, а также на борту самого ЛА, подвергнутого попытке несанкционированного использования (кроме команды на принудительное сваливание в штопор).

5 Следовательно, на борту ЛА размещен блок 25.1 реконфигурации, информационно сопряженный с элементами бортовой аппаратуры и бортовых систем, формирующий последовательность команд при появлении недопустимого рассогласования между
10 текущими и детерминированными траекторными параметрами. При этом следует отметить, что при уменьшении рассогласования до допустимой величины (что можно трактовать как отказ экипажа от несанкционированных действий) ранее выданные команды на реконфигурацию бортовой аппаратуры и бортовых систем снимаются.

15 Описанная выше работа устройства, реализующего предлагаемый способ, соответствует случаю приема полезных ФМн-сигналов по основному каналу на частотах ω_1 и ω_2 .

Если ложный сигнал (помеха) поступает по первому зеркальному каналу на частоте ω_{31}

$$u_{31}(t) = U_{31} \cos(\omega_{31}t + \varphi_{31}), 0 \leq t \leq T_{31},$$

20 то усилителями 23.2 и 28.2 второй промежуточной частоты выделяются следующие напряжения:

$$u_{пp8}(t) = U_{пp8} \cos(\omega_{пp2}t + \varphi_{пp8}),$$

$$u_{пp9}(t) = U_{пp8} \cos(\omega_{пp2}t + \varphi_{пp8} + 90^\circ), 0 \leq t \leq T_{31}$$

25 где $U_{пp8} = \frac{1}{2} U_{31} U_{Г1}$,

$\omega_{пp2} = \omega_{Г1} - \omega_{31}$ - вторая промежуточная (разностная) частота,

$$\varphi_{пp8} = \varphi_{Г1} - \varphi_{31}.$$

30 Напряжение $U_{пp9}(t)$ с выхода усилителя 28.1 второй промежуточной частоты поступают на вход фазовращателя 29.2 на $+90^\circ$, на выходе которого формируется напряжение

$$U_{пp10}(t) = U_{пp8} \cos(\omega_{пp2}t + \varphi_{пp8} + 90^\circ + 90^\circ) = -U_{пp8} \cos(\omega_{пp2}t + \varphi_{пp8}).$$

35 Напряжения $u_{пp8}(t)$ и $u_{пp10}(t)$ поступают на два входа сумматора 30.3, на его выходе компенсируются.

Следовательно, ложный сигнал (помеха), принимаемый по первому зеркальному каналу на частоте ω_{31} , подавляется внешним кольцом, состоящим из гетеродина 21.2, фазовращателей 26.2 и 29.2 на $+90^\circ$, смесителей 22.2 и 27.2, усилителей 23.2 и 28.2
40 второй промежуточной частоты, сумматора 30.2 и реализующим фазокомпенсационный метод.

Если ложный сигнал (помеха) поступает по второму зеркальному каналу на частоте ω_{32}

$$u_{32}(t) = U_{32} \cos(\omega_{32}t + \varphi_{32}), 0 \leq t \leq T_{32},$$

45 то усилителями 23.1 и 28.1 второй промежуточной частоты выделяются следующие напряжения:

$$u_{пp11}(t) = U_{пp11} \cos(\omega_{пp2}t + \varphi_{пp11}),$$

$$u_{пp12}(t) = U_{пp11} \cos(\omega_{пp2}t + \varphi_{пp11} + 90^\circ),$$

50 где $U_{пp11} = \frac{1}{2} U_{31} U_{Г2}$,

$\omega_{пp2} = \omega_{32} - \omega_{32}$ - вторая промежуточная (разностная) частота,

$$\varphi_{пp11} = \varphi_{32} - \varphi_{32}.$$

Напряжение $U_{\text{пр}12}(t)$ с выхода усилителя 28.1 второй промежуточной частоты поступает на вход фазовращателя 29.1 на $+90^\circ$, на выходе которого формируется напряжение

$$u_{\text{пр}13}(t) = U_{\text{пр}11} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{пр}11} + 90^\circ + 90^\circ) = -U_{\text{пр}11} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{пр}11}).$$

Напряжения $u_{\text{пр}11}(t)$ и $u_{\text{пр}13}(t)$, поступающие на два входа сумматора 30.1, на его выходе компенсируются.

Следовательно, ложный сигнал (помеха), принимаемый по второму зеркальному каналу на частоте ω_{32} , подавляется внешним кольцом, состоящим из гетеродина 21.1, фазовращателя 26.1 на -90° , фазовращателя 29.1 на -90° , смесителей 22.1 и 27.1, усилителей 23.1 и 28.1 второй промежуточной частоты, сумматора 30.1 и реализующим фазокомпенсационный метод.

По аналогичной причине подавляются и ложные сигналы (помехи), принимаемые по первому $\omega_{к1}$ и четвертому $\omega_{к4}$ комбинационным каналам.

Если ложный сигнал (помеха) принимается по второму комбинационному каналу на частоте $\omega_{к2}$

$$u_{к2}(t) = U_{к2} \cos(\omega_{к2}t + \varphi_{к2}), \quad 0 \leq t \leq T_{к2},$$

то усилителями 23.2 и 28.2 второй промежуточной частоты выделяются следующие напряжения:

$$u_{\text{пр}14}(t) = U_{\text{пр}14} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{пр}14}),$$

$$u_{\text{пр}15}(t) = U_{\text{пр}14} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{пр}14} - 90^\circ),$$

$$\text{где } U_{\text{пр}14} = \frac{1}{2} U_{к1} U_{Г1},$$

$\omega_{\text{пр}2} = \omega_{к2} - 2\omega_{Г1}$ - вторая промежуточная (разностная) частота,

$$\varphi_{\text{пр}14} = \varphi_{к2} - \varphi_{Г1}.$$

Напряжение $u_{\text{пр}15}(t)$ с выхода усилителя 28.2 второй промежуточной частоты поступает на вход фазовращателя 29.2 на $+90^\circ$, на выходе которого формируется напряжение

$$u_{\text{пр}16}(t) = U_{\text{пр}14} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{пр}14} - 90^\circ + 90^\circ) = U_{\text{пр}14} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{пр}14}).$$

Напряжения $u_{\text{пр}14}(t)$ и $u_{\text{пр}16}(t)$ поступают на два входа сумматора 30.1, на выходе которого образуется суммарное напряжение

$$u_{\Sigma 3}(t) = U_{\Sigma 3} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{пр}14}), \quad 0 \leq t \leq T_{к2},$$

$$\text{где } U_{\Sigma 3} = 2U_{\text{пр}14},$$

которое поступает на второй вход перемножителя 31.2. На первый вход последнего подается принимаемый ложный сигнал (помеха) $u_{к2}(t)$ с выхода усилителя 20.2

мощности. На выходе перемножителя 31.2 образуется гармоническое напряжение

$$u_4(t) = U_4 \cos(2\omega_{Г1}t + \varphi_{Г1}), \quad 0 \leq t \leq T_{к2},$$

$$\text{где } U_4 = \frac{1}{2} U_{\Sigma 3} U_{к2},$$

которое попадает в полосу пропускания узкополосного фильтра 32.2. Ключ 34.2 не открывается и ложный сигнал (помеха), принимаемый по второму комбинационному каналу на частоте $\omega_{к2}$, подавляется. Для этого используется «внутреннее кольцо», состоящее из перемножителя 31.2, узкополосного фильтра 32.2, амплитудного детектора 33.2, ключа 34.2 и реализующее метод узкополосной фильтрации.

Если ложный сигнал (помеха) поступает по третьему комбинационному каналу на частоте $\omega_{к2}$

$$u_{к3}(t) = U_{к3} \cos(\omega_{к3}t + \varphi_{к3}), \quad 0 \leq t \leq T_{к3},$$

То усилителями 23.1 и 28.1 второй промежуточной частоты выделяются следующие

напряжения:

$$u_{\text{пр}17}(t) = U_{\text{пр}17} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{пр}17}),$$

$$u_{\text{пр}18}(t) = U_{\text{пр}17} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{пр}17} - 90^\circ),$$

5 где $U_{\text{пр}17} = \frac{1}{2} U_{\text{к}2} U_{\Gamma 2};$

$\omega_{\text{пр}2} = 2\omega_{\Gamma 2} - \omega_{\text{к}3}$ - вторая промежуточная (разностная) частота,

$$\varphi_{\text{пр}2} = \varphi_{\Gamma 2} - \varphi_{\text{к}3}.$$

10 Напряжение $u_{\text{пр}18}(t)$ с выхода усилителя 28.1 второй промежуточной частоты поступает на вход фазовращателя 29.1 на $+90^\circ$, на выходе которого формируется напряжение

$$u_{\text{пр}19}(t) = U_{\text{пр}17} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{пр}17} - 90^\circ + 90^\circ) = U_{\text{пр}17} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{г}h17}).$$

15 Напряжения $u_{\text{пр}17}(t)$ и $u_{\text{пр}19}(t)$ поступают на два входа сумматора 30.1, на выходе которого образуется суммарное напряжение

$$u_{\Sigma 4}(t) = U_{\Sigma 4} \cos(\omega_{\text{пр}2}t + \varphi_{\text{пр}17}), \quad 0 \leq t \leq T_{\text{к}3},$$

$$\text{где } U_{\Sigma 4} = 2U_{\text{пр}17},$$

20 которое поступает на второй вход перемножителя 31.1. На первый вход последнего подается принимаемый ложный сигнал (помеха) $u_{\text{к}3}(t)$ с выхода усилителя 20.1 мощности. На выходе перемножителя 31.1 образуется гармоническое напряжение

$$u_5(t) = U_5 \cos(2\omega_{\Gamma 2}t + \varphi_{\Gamma 2}), \quad 0 \leq t \leq T_{\text{к}3},$$

25 где $U_5 = \frac{1}{2} U_{\Sigma 4} U_{\text{к}3},$

30 которое не попадает в полосу пропускания узкополосного фильтра 32.1. Ключ 34.1 не открывается и ложный сигнал (помеха), принимаемый по третьему комбинационному каналу на частоте $\omega_{\text{к}3}$, подавляется. Для этого используется «внутреннее кольцо», состоящее из перемножителя 31.1, узкополосного фильтра 32.1, амплитудного детектора 33.1, ключа 34.1 и реализующее метод узкополосной фильтрации.

Предлагаемый способ обеспечивает повышение надежности дуплексной радиосвязи между пунктами управления воздушным движением и летательными аппаратами. Это достигается использованием сложных сигналов с фазовой манипуляцией и двух частот ω_1 и ω_2 . При этом на борту ЛА передачу сложных ФМн-сигналов осуществляют на частоте ω_1 , а прием - на частоте ω_2 . А на пункте управления воздушным движением, наоборот, передачу сложных ФМн-сигналов ведут на частоте ω_2 , а прием - на частоте ω_1 . Частоты ω_1 и ω_2 разнесены на значение второй промежуточной частоты: $\omega_{\Gamma 2} - \omega_{\Gamma 1} =$

40 $\omega_{\text{пр}2}.$

Сложные ФМн-сигналы с точки зрения обнаружения обладают высокой энергетической и структурной скрытностью.

45 Энергетическая скрытность данных сигналов обусловлена их высокой сжимаемостью во времени и по спектру, при оптимальной обработке, что позволяет снизить мгновенную излучаемую мощность. Вследствие этого сложный ФМн-сигнал в точке приема может оказаться замаскированным шумами и помехами.

50 При этом энергия сложного ФМн-сигнала отнюдь не мала, она просто равномерно распределена по частотно-временной области так, что в каждой точке этой области мощность сигнала меньше мощности шумов и помех.

Структурная скрытность сложных ФМн-сигналов обусловлена большим разнообразием их форм и значительными диапазонами изменений параметров, что затрудняет оптимальную или хотя бы квазиоптимальную обработку сложных ФМн-

сигналов априорно неизвестной структуры с целью повышения чувствительности приемников.

5 Применение данного способа с использованием дуплексной радиосвязи на двух частотах с применением сложных ФМн-сигналов позволяет предотвратить
 10 преднамеренное нанесение непоправимого ущерба особо важным объектам таранным ударом по ним ЛА, принудительно захваченным террористами, путем создания на борту условий, препятствующих изменению заданной траектории полета ЛА, затрудняющих пилотирование ЛА, исключая возможности прицельного наведения ЛА
 15 на выбранный объект, уменьшения его досягаемой дальности полета, а также создания психологического дискомфорта при его пилотировании и уменьшения при исчерпании всех других операций, когда обнаружится неизбежность столкновения ЛА с объектом особой ценности.

15 Таким образом, предлагаемый способ по сравнению с прототипом и другими техническими решениями аналогичного назначения обеспечивает повышение помехоустойчивости и надежности дуплексной радиосвязи между пунктом управления воздушным движением и летательным аппаратом. Это достигается подавлением ложных сигналов (помех), принимаемых по зеркальным и комбинационным каналам.
 20 Причем, для подавления ложных сигналов (помех), принимаемых по первому $\omega_{з1}$ и второму $\omega_{з1}$ зеркальным каналам, по первому $\omega_{к1}$ и четвертому $\omega_{к4}$ комбинационным каналам используется фазокомпенсационный метод, а для подавления ложных сигналов (помех), принимаемых по второму $\omega_{к2}$ и третьему $\omega_{к3}$ комбинационным
 25 каналам, используется метод узкополосной фильтрации.

Формула изобретения

Способ предотвращения несанкционированного использования летательных аппаратов, заключающийся в том, что средствами пунктов управления воздушным
 30 движением определяют текущие координаты и параметры движения летательного аппарата, прогнозируют возможность нештатного изменения траектории его полета, формируют и передают на борт летательного аппарата команды на изменение параметров полета, при этом в процессе предполетной подготовки в бортовую навигационную систему летательного аппарата вводят детерминированные
 35 программные траекторные параметры с заложенной невозможностью их изменения, в процессе полета определение текущих координат и параметров движения летательного аппарата дополнительно производят собственными средствами летательного аппарата и средствами космического и воздушного наблюдения,
 40 информационно сопряженными с пунктами управления воздушным движением с постоянным определением указанными средствами рассогласования параметров текущей траектории летательного аппарата от детерминированной программной, по информации, размещенной в системе серверов баз обновляемых данных,
 45 информационно сопряженных с пунктами управления воздушным движением, об энергетическом потенциале летательного аппарата, о степени важности объектов, расположенных на траектории полета летательного аппарата, и их возможном положении в процессе полета, выявляют конфликтно-опасные летательные аппараты и отслеживают попытки несанкционированного использования выявленных
 50 конфликтно-опасных летательных аппаратов по информации об их недопустимом отклонении от детерминированной программной траектории или по тревожному сообщению с борта летательного аппарата, а при поступлении этого сообщения производят реконфигурацию бортовых систем или бортовой аппаратуры

летательного аппарата по командам, сформированным бортовым корректирующим устройством, или по командам, сформированным и переданным на борт летательного аппарата указанными средствами наблюдения и пункта управления и снятие этой

5 реконфигурации после уменьшения рассогласования до допустимой величины, при этом на борту летательного аппарата при его несанкционированном использовании формируют гармоническое колебание несущей частоты ω_c , манипулируют его по фазе псевдослучайной последовательностью, которая является идентификационным номером летательного аппарата, сформированный сложный сигнал с фазовой

10 манипуляцией преобразуют по частоте с использованием частоты $\omega_{Г1}$ первого гетеродина, выделяют напряжение первой промежуточной частоты, равной сумме частот $\omega_{пр1} = \omega_c + \omega_{Г1}$, усиливают его по мощности и излучают в эфир на частоте $\omega_1 = \omega_{пр1} = \omega_{Г2}$, принимают сложный сигнал с фазовой манипуляцией на частоте ω_1 на

15 пункте управления воздушным движением, усиливают его по мощности, преобразуют по частоте с использованием частоты $\omega_{Г1}$ второго гетеродина, выделяют напряжение второй промежуточной частоты, равной разности частот $\omega_{пр2} = \omega_1 - \omega_{Г1}$, выделяют низкочастотное напряжение, пропорциональное ω идентификационному номеру летательного аппарата, регистрируют и анализируют его, на пункте управления

20 воздушным движением формируют гармоническое колебание несущей частоты ω_c , манипулируют его по фазе модулирующим кодом, отображающим команды на реконфигурацию бортовой аппаратуры летательного аппарата, преобразуют по частоте с использованием частоты $\omega_{Г2}$ первого гетеродина, выделяют напряжение

25 третьей промежуточной частоты, равной разности частот $\omega_{пр3} = \omega_{Г2} - \omega_c$, усиливают его по мощности и излучают в эфир на частоте $\omega_2 = \omega_{пр3} = \omega_{Г1}$, принимают сложный сигнал с фазовой манипуляцией на частоте ω_2 на борту летательного аппарата, усиливают его по мощности, преобразуют по частоте с использованием частоты $\omega_{Г2}$ второго

30 гетеродина, выделяют напряжение второй промежуточной частоты, равной разности частот $\omega_{пр2} = \omega_{Г2} - \omega_2$, выделяют низкочастотное напряжение, пропорциональное модулирующему коду, и используют его для реконфигурации бортовой аппаратуры летательного аппарата, причем частоты $\omega_{Г1}$ и $\omega_{Г2}$ гетеродинов разносят на величину

35 второй промежуточной частоты $\omega_{Г2} - \omega_{Г1} = \omega_{пр2}$, на борту летательного аппарата сложные сигналы с фазовой манипуляцией излучают на частоте ω_1 , а принимают - на частоте ω_2 , а на пункте управления воздушным движением, наоборот, сложные сигналы с фазовой манипуляцией излучают на частоте ω_2 , а принимают - на частоте ω_1 , отличающийся тем, что на борту летательного аппарата напряжение второго

40 гетеродина сдвигают по фазе на -90° , используют его для повторного преобразования по частоте принимаемого сложного сигнала с фазовой манипуляцией на частоте ω_2 , выделяют второе напряжение второй промежуточной частоты, равной разности частот $\omega_{пр2} = \omega_{Г2} - \omega_2$, сдвигают его по фазе на $+90^\circ$, суммируют с первым напряжением

45 второй промежуточной частоты, перемножают первое суммарное напряжение с принимаемым сложным сигналом, выделяют гармоническое напряжение с частотой $\omega_{Г2}$, детектируют его, используют протектированное напряжение для разрешения синхронного детектирования первого суммарного напряжения с использованием гармонического колебания несущей частоты ω_c в качестве опорного напряжения, на

50 пункте управления воздушным движением напряжение второго гетеродина сдвигают по фазе на $+90^\circ$, используют его для повторного преобразования по частоте принимаемого сложного сигнала с фазовой манипуляцией на частоте ω_1 , выделяют четвертое напряжение второй промежуточной частоты, равной разности частот $\omega_{пр2} =$

$\omega_1 - \omega_{Г1}$, сдвигают его по фазе на $+90^\circ$, суммируют с третьим напряжением второй промежуточной частоты, перемножают второе суммарное напряжение с принимаемым сложным сигналом, выделяют гармоническое напряжение с частотой $\omega_{Г1}$, детектируют его, используют продетектированное напряжение для разрешения синхронного детектирования второго суммарного напряжения с использованием гармонического колебания несущей частоты ω_c в качестве опорного напряжения.

10

15

20

25

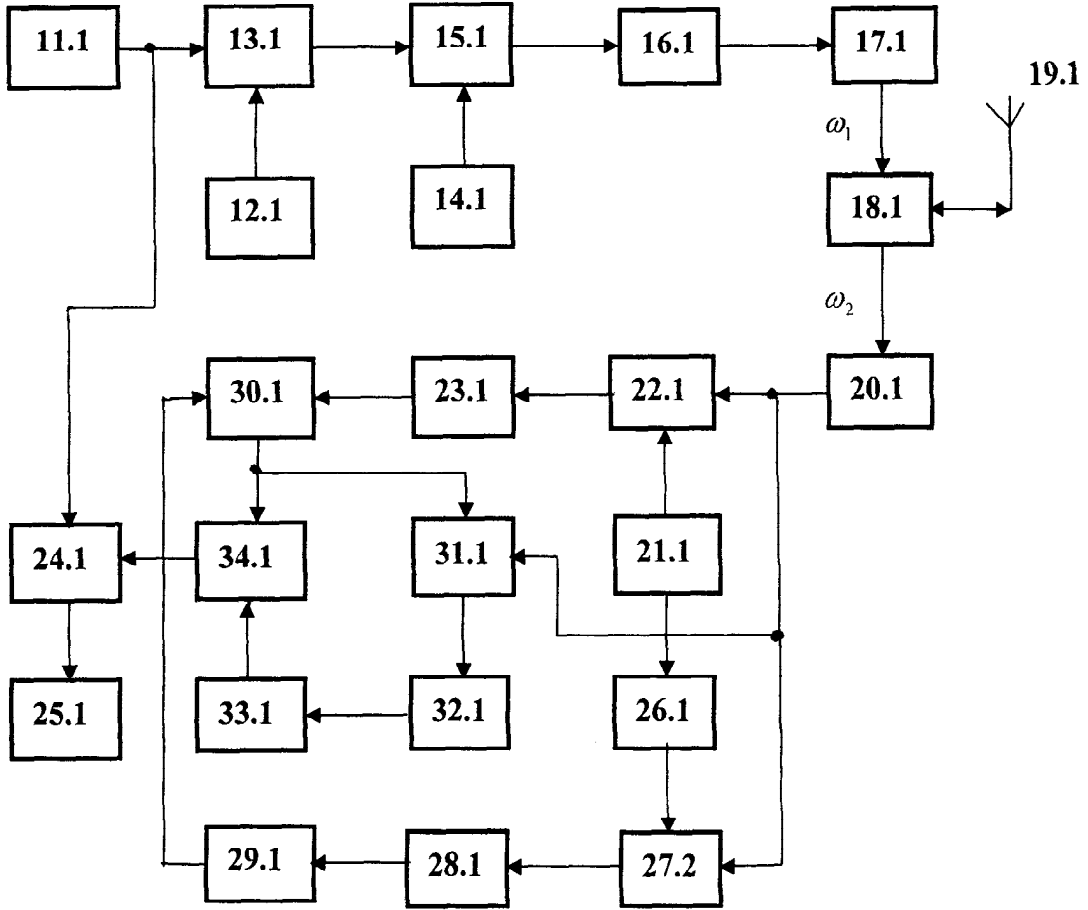
30

35

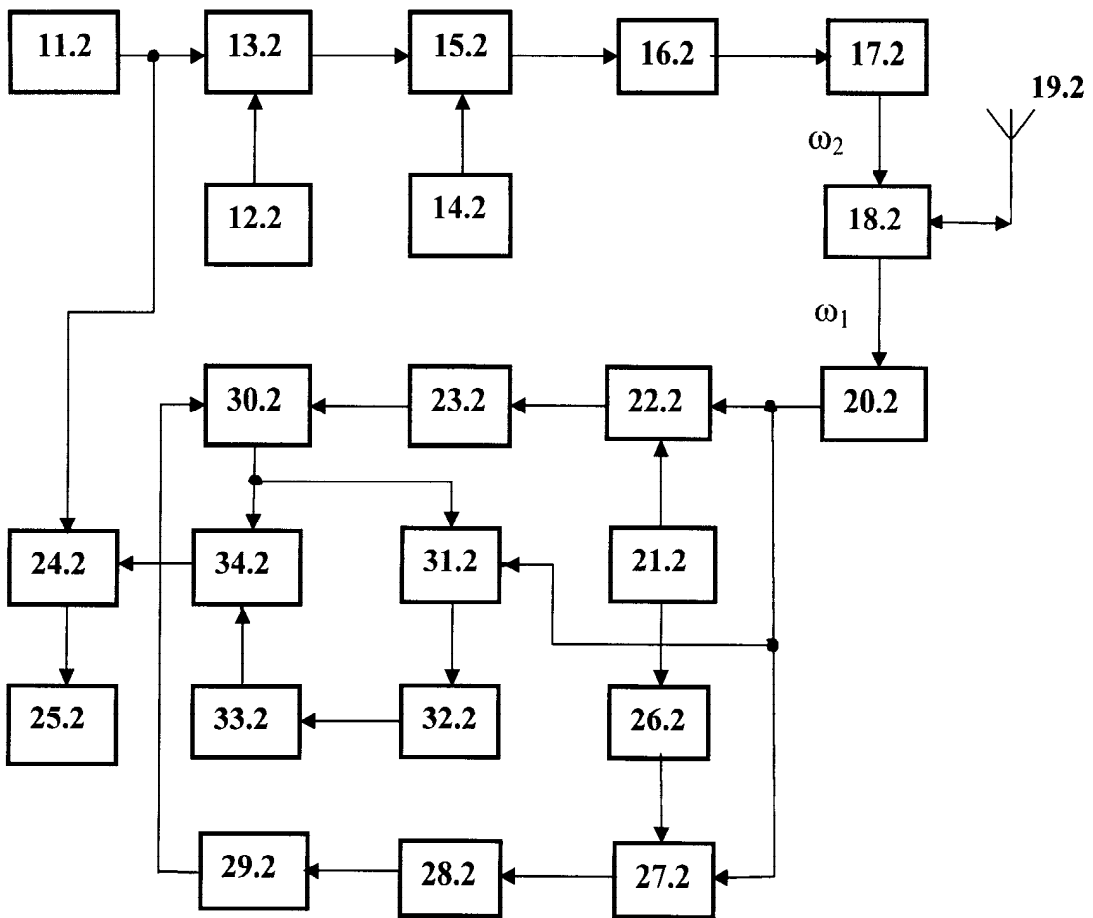
40

45

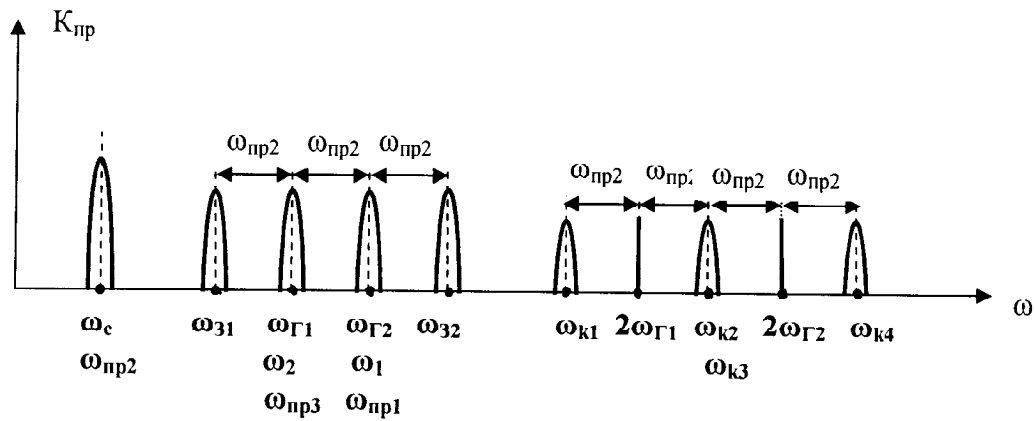
50



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4