



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H04W 12/08 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2018108416, 02.09.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.09.2016

Дата регистрации:
11.08.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
03.09.2015 US 62/214,053

(43) Дата публикации заявки: 03.10.2019 Бюл. № 28

(45) Опубликовано: 11.08.2020 Бюл. № 23

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 03.04.2018

(86) Заявка РСТ:
US 2016/050166 (02.09.2016)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/040974 (09.03.2017)

Адрес для переписки:
188662, Ленинградская обл., Всеволожский р-н, ОС Кузьмолowo, а/я 5, Аверьянову Е.К.

(72) Автор(ы):

ОЛСОН Ерленд (US)

(73) Патентообладатель(и):

Рхомбус Системс Групп, Инц. (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2015/0236778 A1, 20.08.2015. US
2006/0040660 A1, 23.02.2006. US 2011/0212695
A1, 01.09.2011. US 2006/0229070 A1, 12.10.2006.

(54) СИСТЕМА, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ СЕТИ СОТОВОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ДЛЯ
ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ДИСТАНЦИОННО
ПИЛОТИРУЕМЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, А ТАКЖЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОДОБНЫМИ
ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ И СВЯЗИ С НИМИ

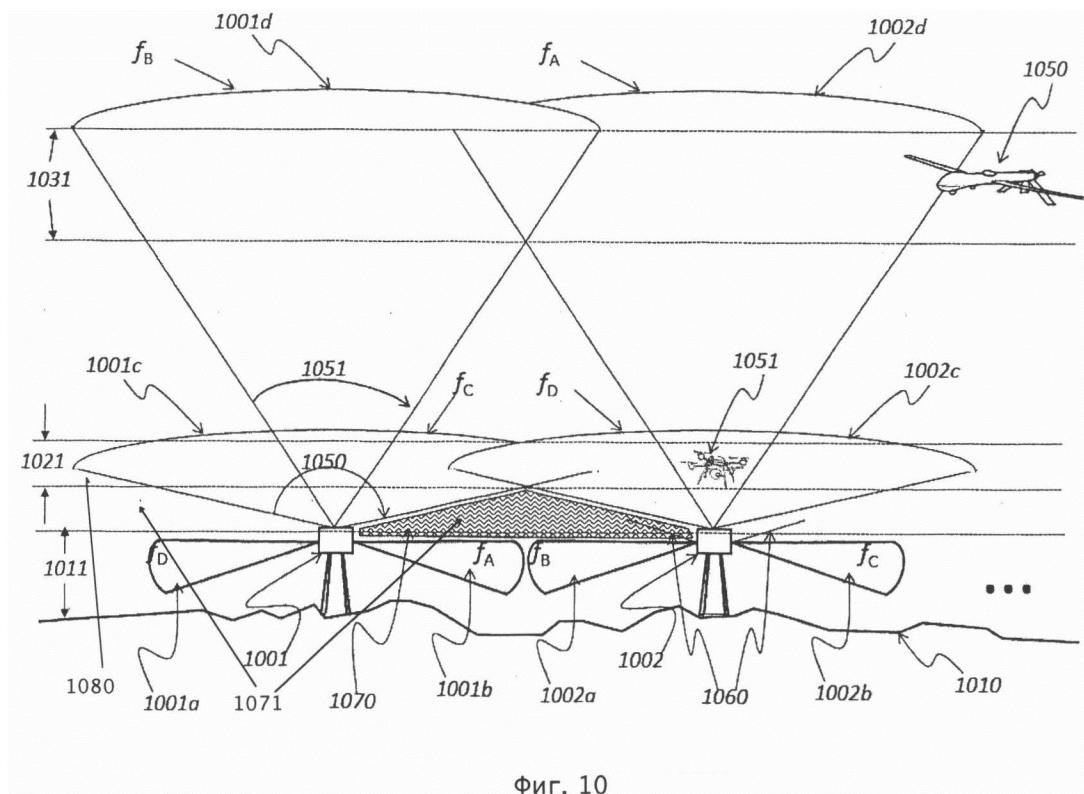
(57) Реферат:

Изобретение относится к области управления беспилотными летательными аппаратами и дистанционно пилотируемыми летательными аппаратами, а именно к управлению ими посредством сотовых телефонов. Техническим результатом является обеспечение поддержки постоянной связи с центром управления. Для этого система связи сотового типа включает первый расположенный около земли слой, имеющий конфигурацию, позволяющую

поддерживать связь с находящимися около земли сотовыми устройствами, при этом первый расположенный около земли слой включает первую покрывающую некоторую площадь зону; по крайней мере один второй слой, имеющий конфигурацию, позволяющую покрывать существенно такую же площадь, как и площадь первой зоны, при этом второй слой включает покрывающую некоторую площадь и находящуюся на некоторой высоте над землей

зону, при этом покрывающая некоторую площадь и находящаяся на некоторой высоте над землей зона второго слоя отделена от указанной первой покрывающей некоторую площадь зоны и при этом указанная покрывающая некоторую площадь и находящаяся на некоторой высоте над землей зона второго слоя расположена существенно выше поверхности земли. При этом указанный второй слой имеет конфигурацию, позволяющую поддерживать связь, и в пределах этого слоя летательный аппарат может быть

обеспечен надежной связью с использованием сотовой сети связи, причем первый протокол связи осуществляется для обмена информацией около поверхности земли, который происходит в пределах первой покрывающей некоторую площадь зоны, и в которой второй протокол связи осуществляется для обмена информацией, который происходит в пределах расположенной выше поверхности земли и покрывающей некоторую площадь зоны второго слоя. 2 н. и 33 п. ф-лы, 10 ил.



Фиг. 10



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H04W 12/08 (2020.02)

(21)(22) Application: **2018108416, 02.09.2016**

(24) Effective date for property rights:
02.09.2016

Registration date:
11.08.2020

Priority:

(30) Convention priority:
03.09.2015 US 62/214,053

(43) Application published: **03.10.2019 Bull. № 28**

(45) Date of publication: **11.08.2020 Bull. № 23**

(85) Commencement of national phase: **03.04.2018**

(86) PCT application:
US 2016/050166 (02.09.2016)

(87) PCT publication:
WO 2017/040974 (09.03.2017)

Mail address:
**188662, Leningradskaya obl., Vsevolozhskij r-n,
OS Kuzmolovo, a/ya 5, Averyanovu E.K.**

(72) Inventor(s):

OLSON Erlend (US)

(73) Proprietor(s):

Rhombus Systems Group, Inc. (US)

(54) **SYSTEM USING CELLULAR TELEPHONE COMMUNICATION NETWORKS FOR OPERATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES AND REMOTELY PILOTED AIRCRAFT, AS WELL AS FOR CONTROL AND COMMUNICATION WITH SIMILAR AIRCRAFT**

(57) Abstract:

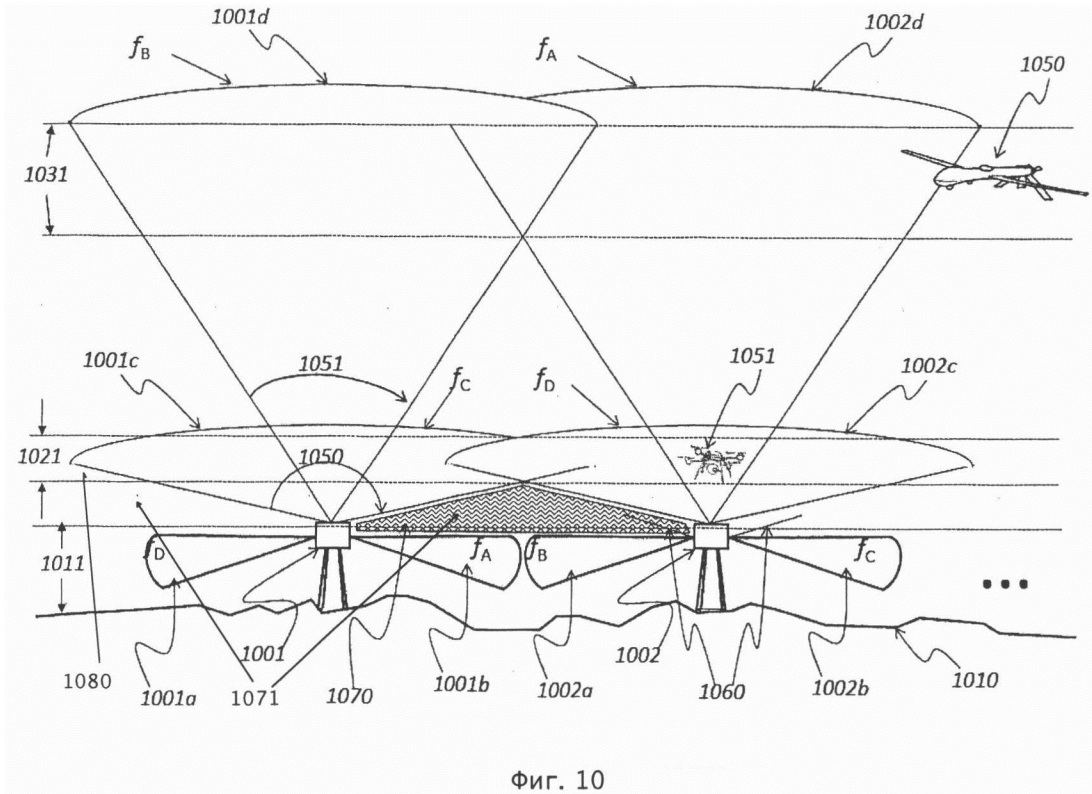
FIELD: control of unmanned aerial vehicles.

SUBSTANCE: invention relates to control of drones and remotely manned aircrafts, namely, to their control by cellular telephones. To this end, the cellular type communication system comprises a first layer near the ground, having a configuration, allowing to maintain communication with nearby cellular devices, wherein first layer located near the ground includes a first covering a certain area zone; at least one second layer, having a configuration allowing to cover substantially the same area as the area of the first zone, wherein the second layer comprises covering a certain area and

located at a certain height above the ground area, wherein covering a certain area and located at some height above ground area of second layer is separated from said first covering a certain area zone and wherein said covering a certain area and located at some height above ground area of second layer is located substantially above ground surface. Said second layer has configuration allowing to maintain communication, and within this layer aircraft can be provided with reliable communication using cellular communication network, wherein the first communication protocol is carried out to exchange information near the ground

surface, which occurs within the first covering a certain area of the area, and in which the second communication protocol is carried out for communication of information, which occurs within the above surface of the earth and covering a certain

area of the zone of the second layer.
EFFECT: technical result is providing constant communication with a control center.
35 cl, 10 dwg



Фиг. 10

RU 2729607 C2

RU 2729607 C2

Предпосылки создания изобретения

1. Область техники

Изобретение относится к области беспроводной связи, а конкретнее - к системам, способам и компонентам, предназначенным для эксплуатации сетей сотовой телефонной связи совместно с беспилотными и дистанционно пилотируемыми летательными аппаратами.

2. Краткое описание уровня техники

Беспроводные системы общедоступной связи, используемые в настоящее время, часто основаны на "сотовом" принципе, как показано на схеме Фиг. 1. В подобных системах мобильные телефоны или мобильные устройства (100), находящиеся в пределах значительной по площади географической области (101), обслуживаются путем распределения неподвижно установленных местных приемопередающих радиостанций, которые обеспечивают двустороннюю беспроводную связь с устройствами, находящимися в меньших подобластях более крупной области (102). Когда мобильный телефон или мобильное устройство перемещаются из одного места в новое место (103), они могут быть обслужены другой местной неподвижной приемопередающей радиостанцией в системе (104) сотовой беспроводной связи (или другим сектором (104а, 104в, 104с) в пределах дальности действия той же местной неподвижной приемопередающей радиостанции. Диаграммы направленности излучения антенны приемопередающих радиостанций в беспроводной системе типично ориентированы таким образом, чтобы излучение было направлено вдоль поверхности земли, в противоположность всенаправленным или направленным в небо антеннам. Некоторые причины для подобного ограничения диаграммы направленности излучения включают: во-первых, то, что местонахождение пользователей беспроводных устройств в таких системах ограничено почти всегда физически зоной, проходящей вдоль поверхности земли, поскольку беспроводная связь посредством сотовых телефонов и смартфонов из гражданских самолетов, как правило запрещена по закону, и, во-вторых, то, что основанные на сотовом принципе системы связи предотвращают возникновение взаимного влияния между ячейками, в которых повторяется использование частот, путем ограничения мощности излучения, которое может войти в соединение или расположенные поблизости ячейки, что осуществляется, по крайней мере частично, путем управления диаграммой направленности излучения, которую создает антенна, принадлежащая неподвижно установленной приемопередающей радиостанции. Упрощенная схема диаграммы направленности излучения типичной неподвижно установленной приемопередающей радиостанции в системе беспроводной связи, основанной на сотовом принципе, представлена на Фиг. 2. Горизонтальная или "параллельная плоскости земли" диаграмма направленности обозначена позицией (200), а вертикальная диаграмма направленности обозначена позицией (210).

При дальнейшем рассмотрении рисунка на Фиг. 3 видно, как можно наглядно изобразить вертикальную диаграмму направленности. Антенная система (300) неподвижной приемопередающей радиостанции сотовой связи обычно устанавливается на мачте на некоторой высоте над поверхностью земли (304) и построена таким образом, чтобы она могла поддерживать связь с мобильными устройствами, находящимся от нее в пределах некоторого радиуса действия антенны (303), путем покрытия этой области так называемым главным лепестком (301) диаграммы направленности с определенными частотами, которые используются для приема и передачи речевого трафика и трафика блоков информации между мобильными устройствами (не показано) и системой связи, основанной на сотовом принципе, посредством неподвижной системы (300). Главный

лепесток диаграммы направленности рассчитан таким образом, чтобы он был ограничен полезным углом от 5 до 10 градусов (302), а также мог иметь наклон в сторону земли на дополнительные от 5 до 10 градусов (305). Так называемые вертикальные боковые лепестки, которые направлены к земле, фактически способствуют обеспечению зоны

5 уверенного приема для мобильных устройств вблизи антенны (306a) в то время, как вертикальные боковые лепестки, направленные в сторону неба (306b), обычно не имеют использования или последствий, и ими пренебрегают как побочным продуктом антенной системы.

На Фиг. 4 показана (позиция 400a) упрощенная схема антенны неподвижной

10 приемопередающей радиостанции, изображенной на Фиг. 3, в которой каждая антенна (401, 402) установлена над поверхностью земли (410) и имеет вертикальную диаграмму направленности излучения, ориентированную существенно вдоль поверхности земли (401a, 401b, 402a, 402b), и при этом неподвижные приемопередающие радиостанции

15 разнесены друг от друга на некотором расстоянии в соответствии с определенным планом, что может иметь место в типичной сотовой сети связи с целью обеспечить неразрывность зоны уверенного приема. Как должно быть совершенно понятно специалистам в этой области, в действительности распределение неподвижно установленных приемопередающих радиостанций осуществляется в двух направленных по поверхности области, на которой требуется обеспечить уверенный прием, и порядок

20 повторного использования частот устанавливается таким образом, чтобы частоты, излучаемые одной неподвижной приемопередающей радиостанцией (401b) в направлении другой (402a), отличались друг от друга, что позволяет избежать помех вследствие взаимного влияния соседних станций. То есть, частоты для связи, соответствующие радиолучу (401b) могут быть из группы частот f_A , а частоты, соответствующие

25 радиолучу (402a) могут быть из группы частот f_B и так далее. Порядок повторного использования частот в сотовой системе связи хорошо изучен и часто связан с направленностью антенн (401, 402) в горизонтальном направлении, что отмечено на Фиг. 1 позициями (104a, 104b, 104c), а также отмечено на Фиг. 2 позициями (201, 202, 203), в добавление к простому разному частоты, что представлено на Фиг. 4 (401a, 401b,

30 402a, 402b).

Упрощенная ситуация, изображенная на Фиг. 4, была повторена в двух измерениях в населенных в настоящее время областях мира таким образом, что были созданы крупные регионы и даже целые страны, в которых имеется практически непрерывная зона, или слой (421) уверенного приема, расположенный вблизи поверхности земли, в

35 котором при самых неблагоприятных погодных условиях можно поддерживать надежную связь между устройством и сотовой системой, и далее с последующими конечными пунктами, соединенными с сотовой системой (такими, как коммутируемая сеть телефонной связи общего пользования, другие мобильные устройства или

40 компьютерные системы, обменивающиеся блоками информации с мобильными устройствами с сети сотовой связи). На Фиг. 5 представлена так называемая карта зон уверенного приема на территории Соединенных Штатов, на которой синие области представляют собой области, в которых обеспечена непрерывная зона уверенного приема в сети сотовой связи, способная пропускать как речевой трафик, так и трафик

45 потока данных к мобильным устройствам, расположенным вблизи земли, и от них, а белые области соответствуют зонам с отсутствием устойчивого приема. Из простого наблюдения с очевидностью следует, что большая часть территории США является зоной устойчивого приема.

В настоящее время имеется огромный интерес к использованию беспилотных

летательных аппаратов (в дальнейшем БЛА) и дистанционного пилотируемых летательных аппаратов (в дальнейшем ДПЛА) для хозяйственной деятельности. Этот интерес включает самые различные функции: от доставки пакетов на большие расстояния из склада, занимающегося распределением товаров в округе, до дистанционного зондирования 1000 миль труб нефтепровода для обнаружения возможных утечек или вторжений на полосу отчуждения.

Для удобства обсуждения в данном описании, но при этом без потери универсальности и понимая, что может быть существенное пересечение между этими двумя категориями ЛА, к БЛА будем относить летающие на короткие расстояния и на небольшой высоте ЛА, имеющие вес менее 50 футов, которые летают не выше 2000 футов над поверхностью земли и/или ниже контролируемого согласно закону воздушного пространства и могут иметь или не иметь удаленного оператора, активно управляющего БЛА на протяжении части полета или всего полета, при этом оставшаяся часть полета может выполняться при автономном управлении, а к ДПЛА будем относить летающие на большие расстояния и на большей высоте ЛА, имеющие вес более 50 футов с типичной нормальной высотой полета, превышающей 2000 футов над поверхностью земли и/или в пределах контролируемого согласно закону воздушного пространства, и всегда имеющие человека, дистанционно пилотирующего и/или контролирующего ЛА, с возможностью автоматизации нормального курса полета, подобно тому, как использование автопилота является обычным в пилотируемых воздушных судах.

Типичный БЛА и типичный ДПЛА показаны на Фиг. 6 и 7 соответственно. БЛА и ДПЛА первоначально были разработаны главным образом для военных целей и поэтому для связи с ними принципиально использовались способы военной связи: связь в пределах прямой видимости для БЛА и военные спутниковые сети для ДПЛА. Пример конфигурации сети связи для многих современных военных ДПЛА представлен на Фиг. 8, на которой показано, что БЛА/ДПЛА при указанном военном использовании устанавливает связь в первую очередь исключительно с находящимися над ними выделенными спутниками (801), которые затем передают информацию в командный центр (810). Фактически, как показано на Фиг. 9, носовая часть ДПЛА, изображенного на Фиг. 7, выделена главным образом для размещения следящей антенны с высоким коэффициентом направленного действия, которая имеет связь со спутниками, вращающимися по орбите над ДПЛА на высоте от 650 до 22500 миль. Потери сигнала на трассе распространения, сопутствующие связи с приемо-передатчиком или транспондером на таких расстояниях, приводят к необходимости иметь антенны с высоким коэффициентом направленного действия, как показано на Фиг. 9 (901).

Для того, чтобы ДПЛА, и в некоторой степени БЛА, могли быть использованы для хозяйственной деятельности, в большинстве юрисдикции они должны соответствовать законам и правилам, регулирующим использование контролируемого диспетчерами воздушного пространства. В общем случае для такого соответствия требуется, чтобы БЛА/ДПЛА могли устанавливать связь с диспетчерской службой управления воздушным движением, а также видеть других участников воздушного движения и уклоняться от них. Таким образом, помимо блоков информации в реальном времени, которые для хозяйственной деятельности необходимо пересылать между БЛА/ДПЛА и их центрами управления, ДПЛА должен поддерживать постоянную связь со своим центром управления для того, чтобы передавать изображения, полученные ДПЛА, и сообщения, которыми обмениваются и центр управления воздушным движением с тем, чтобы ДПЛА мог действовать и/или им можно было управлять, как если бы он был

пилотируемым воздушным судном.

Необходимость постоянного поддержания связи предъявляет значительные требования к каналу связи с находящимися на орбите спутниками. Помимо сложности со связью на такие расстояния (от 650 до 22500 миль), имеется только ограниченное количество доступных спутников, каждый из которых имеет ограниченную ширину полосы частот, при этом не достаточны как их количество, так и рабочая полоса частот, чтобы соответствовать значительной хозяйственной деятельности с участием ДПЛА и БЛА. Кроме того, небольшие по размеру ДПЛА и БЛА не имеют достаточно места или возможности нести полезный груз для размещения антенной системы, необходимой для связи с ДПЛА или БЛА со спутниками. Кроме того, полностью отсутствует или имеется незначительный резерв спутников, и если транспондер на спутнике выйдет из строя и/или связь через этот спутник будет нарушена, то любая связь с ДПЛА/БЛА может быть потеряна и, следовательно, может быть потеряно управление ДПЛА/БЛА.

Краткое изложение сущности изобретения

В данном изобретении предлагается система, способ и компоненты для координации и эксплуатации надежной связи с самыми различными ДПЛА/БЛА. Варианты выполнения системы имеют конфигурацию, позволяющую обеспечить зону устойчивого приема с перекрытием особенно в густонаселенных областях, в которых управление ДПЛА/БЛА и связь с ними особенно важны из соображений безопасности. Данное изобретение представляет собой усовершенствование ограниченной в настоящее время современной сотовой сети для передачи данных речи, которая в настоящее время ограничена работой вблизи поверхности земли.

Согласно некоторым предпочтительным вариантам выполнения, предлагается система связи сотового типа. Система имеет конфигурацию, позволяющую создать первую область для связи с устройствами, находящимися вблизи поверхности земли. Дополнительные слои такие как, например, один или более, чем один второй слой создаются, с покрытием приблизительно той же самой области, что и первая приземная область, но они отделены друг от друга, а также они расположены существенно выше поверхности земли. Система имеет конфигурацию, позволяющую создать вторую или дополнительную, расположенную выше поверхности земли область, или слой, которые должны служить областью, в пределах которой воздушное судно может быть обеспечено надежной связью с использованием сотовой сети связи. Следовательно, сотовая сеть обслуживает передаваемые сообщения вблизи поверхности земли через первую приземную область, а связь с небом происходит через вторую, или расположенную выше поверхности земли область или области. Предпочтительно уровни отделяются друг от друга, что можно физически осуществить путем использования экранов таких, как, например, пассивные рефлекторы. Кроме того, или в качестве альтернативы, приемопередатчики устройств связи, т.е. устройств, расположенных вблизи земли, и летательных аппаратов таких, как ДПЛА или БЛА могут быть сконструированы таким образом, чтобы они работали с использованием различных протоколов с тем, чтобы в случае попыток установить связь во второй области с использованием устройства, предназначенного для приземного использования, они не повлияли на работу связи на втором уровне воздушного пространства. Например, протокол связи с объектами в небе, может отличаться от протокола связи вдоль поверхности земли с тем, чтобы уникальным образом идентифицировать приемопередатчики БЛА и ДПЛА и отличить их от расположенных на поверхности земли сотовых телефонов, смартфонов и подобных устройств.

Для того, чтобы реализовать предпочтительные варианты выполнения этого

изобретения, конфигурацию настоящей системы можно осуществить путем развертывания антенной системы, устанавливаемой на существующее опорное устройство неподвижной приемопередающей антенны базовой станции сотовой сети. Предпочтительно антенная система представляет собой направленную в небо антенну и имеет конфигурацию, позволяющую ей излучать энергию в радиочастотном диапазоне в сторону неба. Согласно предпочтительным вариантам выполнения, излучение заданной частоты распространяется в пределах некоторого телесного угла в виде конуса или тела иной формы. Согласно некоторым вариантам выполнения, антенная система может быть соединена со вторым комплектом приемопередающего оборудования, подобным или таким же, как и существующее оборудование сотовой сети, и она осуществляет связь с находящимся в воздухе летательными аппаратами (например, с БЛА и ДПЛА), а не связь вдоль поверхности земли.

Согласно предпочтительным вариантам выполнения, сигналы, посылаемые в небо направленными в небо антеннами, являются поляризованными; причем предпочтительно они имеют горизонтальную или круговую поляризацию. Согласно некоторым предпочтительным вариантам выполнения, в сторону неба излучается две группы сигналов с различающимися группами частот, при этом углы, ограниченные диаграммой направленности излучения, отличаются друг от друга для того, чтобы создать сплошную область устойчивой связи для зон, находящихся на разной высоте над антенной. Например, первый угол расхождения диаграммы направленности излучения может простирается в сторону неба и представлять область частот, которые должен использовать для связи первый тип летательного аппарата. Им может быть БЛА, которые типично работают на более низких уровнях по сравнению ДПЛА. В этом примере вторая область частот может быть обеспечена посредством второй диаграммы направленности излучения, имеющей другой угол расхождения, что позволяет создать область для связи с ДПЛА. Различающиеся зоны по высоте могут представлять собой вторые слои небесной области.

Согласно некоторым вариантам выполнения, сигнал, распространяется в сторону неба от направленных в небо антенн, может быть поляризован и иметь предпочтительный тип поляризации. Например, распространение излучения вверх от направленной в сторону неба антенны может иметь конфигурацию, позволяющую направлять излучение в соответствии с некоторой диаграммой направленности, имеющей, например, форму, подобную конусу. Изоляция сигнала может быть осуществлена в соответствии с вариантами выполнения системы и устройствами связи, и она имеет цель повысить качество связи и тем самым исключить или снизить потенциальную возможность случайного взаимодействия сигналов различных частот или частотных диапазонов. Различные варианты выполнения обеспечивают изоляцию сигналов, используя разнесение частот (например, определенные частоты для БЛА в отличие от других частот для ДПЛА). Помимо разнесения частоты, сигналы также можно изолировать в соответствии с характером поляризации. Согласно предпочтительному варианту выполнения, поляризация может включать правую круговую поляризацию и левую круговую поляризацию. Например, один направленный в небо конус (например, более низкого слоя) может иметь правую круговую поляризацию распространяющихся сигналов, а другой направленный в небо конус (например, для слоя более высокого уровня) может иметь левую круговую поляризацию распространяющихся сигналов. Согласно некоторым вариантам выполнения, система, способ и устройства могут, кроме того, создавать поляризационные характеристики сигнала для его передачи и приема БЛА и ДПЛА, а также базовой станцией. Например,

соответствующие поляризационные характеристики могут быть реализованы для передачи и приема между осуществляющими связь компонентами такими, как приемопередатчики.

5 Энергия направленного в сторону неба излучения может предпочтительно испускаться в соответствии с некоторой диаграммой направленности, и диаграмма направленности направленного в небо излучения, согласно предпочтительным вариантам выполнения, создается и управляется с помощью электронных устройств. Согласно некоторым предпочтительным вариантам выполнения, диаграммой направленности направленного в небо излучения можно управлять с помощью
10 электронных устройств таким образом, чтобы она сопровождала конкретные БЛА и ДПЛА.

Для данной ориентированной в небо диаграммы направленности излученная энергия может быть ограничена с тем, чтобы способствовать разделению зон, в которых создаются сплошные области с устойчивой связью с летательными аппаратами.

15 Согласно некоторым дополнительным вариантам выполнения, можно реализовать дополнительные способы и конструктивные решения которые позволят различать такие типы летательных аппаратов, как БЛА и ДПЛА, (и поступающие от них сообщения) от базирующихся на земле сотовых устройств. Приемопередатчики БЛА и ДПЛА могут быть спроектированы таким образом, чтобы они имели уникальные
20 или отличающиеся идентификационные номера или классы IMEI (международные идентификационные номера мобильных устройств), которые позволяют быстро разделять при помощи сотовой сети связи сообщения от ДПЛА и БЛА и сообщения от расположенных на земле устройств. Система может иметь конфигурацию, позволяющую выполнять различные действия, например, осуществлять специальную
25 маршрутизацию трафика блоков информации и речевого трафика.

Системы могут содержать или включать компоненты обработки такие, как например, процессоры, микропроцессоры, а также схемы и программы с командами для обработки сообщений, поступающих от устройств связи и приемопередатчиков, установленных на них или связанных с ними. Программы могут храниться на подходящем накопителе
30 таком, как флэш-память, накопитель на жестком диске или другие подходящие среды, и включают команды для выполнения шагов для осуществления связи в зоне первого уровня, или в близкой к земле зоне, а также в зонах второго уровня, в которых осуществляется связь по воздуху с летательными аппаратами.

Эти и другие преимущества изобретения описаны в данном описании и
35 проиллюстрированы в сочетании с проиллюстрированными вариантами выполнения.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - схематическая иллюстрация, представляющая сотовую беспроводную систему, используемую в настоящее время для связи общего пользования.

40 Фиг. 2 - схема, показывающая диаграммы направленности типичной неподвижно установленной приемопередающей радиостанции в системе сотовой беспроводной связи.

Фиг. 3 - схематический рисунок, иллюстрирующий базовую станцию и антенну неподвижно установленной приемопередающей антенной системы, на котором показана вертикальная диаграмма направленности излучения.

45 Фиг. 4 - схематичное изображение, на котором показано множество антенн неподвижно установленных приемопередающих радиостанций, соответствующих Фиг. 3, которые расположены на некотором расстоянии друг от друга, а также показаны соответствующие диаграммы направленности.

Фиг. 5 - изображение карты зон устойчивого приема на территории США, на котором показаны зоны устойчивого приема для сотовой сети, в которых возможна передача как речевого трафика, так и потока данных к расположенным около земли мобильным устройствам и от них.

5 Фиг. 6 - иллюстрация, на которой изображен пример беспилотного летательного аппарата (БЛА).

Фиг. 7 - иллюстрация, на которой изображен пример дистанционного пилотируемого летательного аппарата (ДПЛА).

Фиг. 8 - схема, иллюстрирующая типичную военную сеть связи с БЛА/ДПЛА.

10 Фиг. 9 - иллюстрация, на которой изображен пример спутниковой антенны связи дистанционного летательного аппарата (ДПЛА).

Фиг. 10 - иллюстрация предпочтительного варианта выполнения, на которой изображена система связи с БЛА и ДПЛА.

Подробное описание изобретения

15 Это изобретение относится к использованию существующей установленной базы сотовых сетей, обслуживающих в настоящее время большую часть населения земли в приземной области, в качестве основы системы, предназначенной для удовлетворения потребностей в обмене сообщениями и блоками информации, возникающей вследствие расширения работ, связанных с использованием в воздухе гражданских БЛА и ДПЛА.

20 В предпочтительных вариантах выполнения, как показано на Фиг. 10, новые антенны устанавливаются на одну или более, чем на одну существующую вышку (1001, 1002) сотовой сети, однако, они направлены в сторону неба, а не вдоль поверхности земли, и имеют диаграммы направленности излучения либо с горизонтальной, либо с левой или правой круговой поляризацией, и они номинально излучают вверх в форме конуса, 25 ограничивающего некоторый телесный угол (1050), хотя возможна и любая другая форма. Формой направленной вверх диаграммы направленности излучения можно управлять или контролировать ее с помощью электронных устройств. Кроме того, ее также можно изолировать от направленной вдоль земли диаграммы направленности при помощи пассивных защитных экранов или экранирующих сеток (1060), тем самым 30 еще более минимизируя эффект боковых лепестков от ориентированных в сторону земли диаграмм направленности расположенных в воздухе приемопередатчиков, и наоборот.

Облучаемая область, в которой достигается энергетический запас линии связи достаточный для успешного установления связи между неподвижно расположенными 35 приемопередатчиками и БЛА или ДПЛА (1001с, 1002с), создается путем расчета форм диаграммы направленности излучения в сочетании с мощностью каждого приемопередатчика (как установленных на БЛА/ДПЛА, так и связанных с неподвижно расположенными приемопередатчиками) любым количеством способов, хорошо известных специалистам в данной области, включая имеющееся на рынке программное 40 обеспечение. С учетом расстояния до других неподвижно расположенных приемопередатчиков, можно легко рассчитать область перекрытия, которая образует расположенный выше поверхности земли слой (1021) в котором для каждого летательного аппарата гарантируется создание условия отсутствия зон с нарушением радиосвязи (1080), а также достаточного энергетического запаса линии связи для 45 обеспечения надежной связи.

Кроме того, в одном варианте выполнения можно создать вторую (или третью или четвертую и т.д.) группу конусов направленных в небо диаграмм направленности с различными ограничивающими их телесными углами (1051) и различными типами

поляризации и/или мощности для каждой пары приемопередатчиков таким образом, чтобы на другой высоте образовывался еще один слой (1031) сплошной зоны уверенного приема, простирающийся над областью большой площади. Хотя летательный аппарат может войти в воздушное пространство, где он работает, ниже слоя непрерывной связи и все же получить сигнал от конкретной неподвижно установленной антенны, например, в точке (1070), но если он продолжит полет на той же высоте и прибудет в точку (1071), он фактически остается за пределами конусов (1001d, 1002d) сигналов для большей высоты, а также за пределами энергетического запаса линии связи, достаточного для получения надежных каналов связи через конусы (1001c, 1002c) сигналов меньшей высоты и, таким образом, весьма вероятно, потеряет связь. Согласно некоторым предпочтительным вариантам выполнения, одни группы направленных в небо конусов могут иметь типы поляризации, отличные от других групп направленных в небо конусов. Поляризация также может иметь характеристики, соответствующие типам поляризации принимающих и передающих приемопередатчиков участников связи (например, БЛА и ДПЛА). Например, одна группа конусов может иметь правую круговую поляризацию, а другая группа направленных в небо конусов может иметь левую круговую поляризацию. Подобные конфигурации могут улучшить изоляцию сигналов помимо той изоляции, которая достигается частотным разнесением (например, между группами конусов). Например, согласно некоторым предпочтительным вариантам выполнения, первая группа направленных в небо сигналов может быть поляризована и иметь первую поляризационную характеристику, а вторая группа направленных в небо сигналов может быть поляризована и иметь вторую поляризационную характеристику. Согласно некоторым предпочтительным вариантам выполнения, поляризационные характеристики могут представлять собой круговую поляризацию. Согласно одному приведенному в качестве примера варианту выполнения, одна группа направленных в небо сигналов может быть поляризована и иметь правую круговую поляризацию, а другая группа такая, как вторая группа, направленных в небо сигналов, может быть поляризована и иметь левую круговую поляризацию. Каждой группе направленных в небо сигналов можно придать некоторую форму, например, форму конуса. Согласно одному иллюстрированному варианту выполнения, система может иметь конфигурацию, позволяющую ей поддерживать связь там, где первая группа направленных в небо сигналов образует первый направленный в небо конус и где вторая группа направленных в небо сигналов образует второй направленный в небо конус. Предпочтительно, чтобы первая и вторая группы сигналов имели различную поляризацию с тем, чтобы дополнительно изолировать первую группу сигналов от второй группы сигналов. Например, первый направленный в небо конус может быть поляризован и иметь правую круговую поляризацию, а второй направленный в небо конус может иметь левую круговую поляризацию. Направленные в небо антенны можно использовать, чтобы излучать группы сигналов с отличающимися частотами, и при этом каждая группа сигналов будет иметь отличающуюся частоту. Предпочтительно, чтобы диаграммы направленности направленного вверх излучения создавались электронным способом. Согласно предпочтительным вариантам выполнения, беспилотный летательный аппарат (БЛА) и дистанционно пилотируемый летательный аппарат (ДПЛА) могут быть конструктивно выполнены с приемопередатчиком, который поддерживает связь посредством сигнала с поляризационной характеристикой, подобной поляризационной характеристике сигнала, использующегося при связи от сети и излучаемого направленными в небо антеннами, которые имеют частоту связи. Например, направленной в небо диаграммой направленности излучения можно управлять

электронным способом таким образом, чтобы она сопровождала конкретный непилотируемый летательный аппарат (БЛА) или дистанционно пилотируемый летательный аппарат (ДПЛА). Кроме того, согласно иллюстрированному варианту выполнения, один конус направленного в небо сигнала может относиться к верхнему слою, а другой направленный в небо конус может относиться к нижнему слою. Предпочтительно, чтобы каждый из слоев имел отличающуюся поляризацию характеристики. Например, первый, или верхний слой может иметь левую кривую поляризацию излучения, а второй, или нижний слой может иметь правую круговую поляризацию излучения. Энергия излучения для каждого слоя рассчитывается таким образом, чтобы для каждого слоя или конуса использовались различные частоты. В этом иллюстрированном варианте выполнения связь с ДПЛА происходит в пределах первого или верхнего слоя (например, в первом направленном к небу конусе), а связь с БЛА происходит в пределах второго, или нижнего слоя (например, во втором направленном к небу конусе). В этом примере БЛА имеет приемопередатчик, сконструированный для передачи и приема, а конкретнее, приемопередатчик БЛА спроектирован для передачи и приема сигналов, имеющих круговую поляризацию. ДПЛА, согласно этому примеру, имеет приемопередатчик, спроектированный для передачи и приема, а конкретнее, приемопередатчик ДПЛА спроектирован для передачи и приема сигналов с левой круговой поляризацией. Базовая станция сотовой сети предпочтительно имеет приемопередатчик, имеющий конструкцию, которая позволяет передавать и принимать сигналы с определенной поляризационной характеристикой (и частотой), которая соответствует характеристике поддерживающего связь приемопередатчика (такого, как приемопередатчик БЛА и ДПЛА), и которая, согласно некоторым предпочтительным вариантам выполнения, может быть правой круговой поляризацией или левой круговой поляризацией.

Управляя с помощью электроники шириной главного лепестка диаграммы направленности (1050, 1051) и мощностью, которую неподвижно расположенные приемопередатчики (1001, 1002) передают в направленную в небо антенную систему любым из множества известных специалистом в этой области способом, можно регулировать высоту и толщину слоев, в которых обеспечивается непрерывная связь. Такая возможность регулировки позволяет располагать слой непрерывной связи либо на некоторой высоте над уровнем земли, либо на некоторой высоте над средним уровнем моря. Высотой летательного аппарата часто управляют путем измерения высоты с использованием барометрического давления, а БЛА и ДПЛА могут находиться под управлением местных диспетчеров службы управления воздушным движением или следовать правилам аналогичным образом. Высоту слоя относительно уровня земли или относительно среднего уровня моря можно регулировать так часто, как требуется, даже поминутно, в соответствии с любым необходимым параметром.

В качестве примера, высотой нижнего слоя (1021), в котором обеспечивается непрерывная связь, можно управлять в диапазоне от 500 футов над поверхностью земли до 2000 футов над поверхностью земли. Высотой верхнего слоя (1031) непрерывной связи можно управлять в диапазоне от 20000 футов над средним уровнем моря до 25000 футов над средним уровнем моря.

Когда БЛА, обозначенный позицией (1051), работает в нижнем слое непрерывной связи и проходит через конус устойчивого приема, направленный к верхнему слою непрерывной связи, приемник на БЛА (1051) находится во много раз ближе к передатчику (1002), чем у находящегося на большей высоте ДПЛА (1050). Однако, в большинстве случаев гражданского применения имеющие меньшие размеры БЛА (1051)

будут иметь приемные антенны с более низким коэффициентом направленного действия по сравнению с более крупным ДПЛА (1050), и, таким образом, мощность принятого сигнала на БЛА (1051) от излученной мощности в конусе (1002d), направленном на большую высоту, может быть меньше, чем сигнал, принятый БЛА (1051) от излученной мощности в конусе (1002с), направленном на меньшую высоту. Иначе, коэффициент направленного действия направленной к земле антенны, которую можно установить на ДПЛА (1050), может больше, чем компенсировать любую потерю сигнала вследствие дополнительного расстояния его распространения, и, следовательно, во многих конфигурациях возможны ситуации, когда главный лепесток (1002d) направленный на большую высоту и выходящий из расположенных на земле антенн, будет иметь значительно более низкую напряженность поля на БЛА (1051), чем напряженность поля на БЛА (1051), создаваемая главным лепестком (1002с), направленным на меньшую высоту.

Хотя при частотном разнесении, отмеченном на Фиг. 10, используются только четыре группы частот (f_A , f_B , f_D), специалисты в области проектирования сотовых систем могут видеть, что возможно создать значительно большее число схем, которые не будут выходить за пределы объема изобретения.

Также специалисты в этой области техники могут видеть, что энергетические запасы линий связи между неподвижно установленными наземными передатчиками (1001, 1002) и БЛА (1051) и ДПЛА (1050), работающими в слоях (1021) и (1031), соответственно, в которых поддерживается связь, могут быть более строго ограничены, чем энергетические запасы линий связи между неподвижно установленными наземными передатчиками и типичными персональными мобильными устройствами и смартфонами, осуществляющими прием и передачу по идущим вдоль земли каналам связи (1001a, 1001b, 1002a, 1002b). Это имеет место потому, что в отличие от мобильного телефона, который может находиться в ящике письменного стола, в кармане человека или глубоко внутри здания в большом городе со многими путями распространения, замирания и сложного затухания сигнала, которые необходимо принимать в расчет, ослабление в линии связи между БЛА и неподвижным расположенным на земле передатчиком и в линии связи между ДПЛА и неподвижным расположенным на земле передатчиком будет в большинстве случаев определяться главным образом потерями на трассы распространения сигнала.

Помимо создания одного или более, чем одного слоя в котором поддерживается непрерывная связь, при сопутствующем учете частотного разнесения в главных лепестках направленных в небо диаграмм направленности, обычные протоколы сотовой системы такие, как протоколы, используемые в GSM, 3G, 4G или LTE сигнализации, а также протокол управления линиями связи, могут включать специальную идентификацию сигналов, направленных к БЛА или ДПЛА или приходящих от них. Подобное согласование протоколов может быть таким же простым, как класс специализированных номеров IMEI. Благодаря способности быстро идентифицировать класс абонента в сети мобильной связи как БЛА или ДПЛА в отличие от мобильного устройства, первоначально предназначенного для использования у поверхности земли (такого, как персональный сотовый телефон или смартфон), система может исключать соединение с (например) человеком, который случайно оставил включенным свой личный сотовый телефон во время коммерческого полета.

Эти и другие преимущества могут быть реализованы в настоящем изобретении. Хотя изобретение было описано со ссылками на конкретные варианты выполнения, описание является иллюстративным и не должно быть истолковано как ограничивающее объем

изобретения. Например, хотя на Фиг. 10 иллюстрировано показаны системы вышки 1001, 1002, в сочетании с описанными здесь системой, способами и компонентами, можно использовать множество сетевых вышек. Например, направленные в небо антенны могут быть соединены с существующим сетевым оборудованием. В

5 альтернативном варианте выполнения сетевое оборудование разрабатывается с учетом того, чтобы оно могло рассматривать направленную в небо антенну или антенны как дополнительную зону сотовой сети. Также, форма излучения, или диаграмма направленности, согласно некоторым предпочтительным вариантам выполнения, описывается как конус, но может быть рассчитана так, чтобы иметь другую форму.

10 Согласно некоторым вариантам выполнения, направленные в небо антенны могут иметь конфигурацию, позволяющую им работать с дополнительным комплектом сетевого оборудования или его компонентами. Специалисты в данной области могут подумать о различных модификациях и изменениях, которые не будут выходить за пределы сущности и объема описанного здесь изобретения, как они определены в

15 прилагаемых пунктах патентных притязаний.

(57) Формула изобретения

1. Система связи сотового типа, включающая

первый расположенный около земли слой, имеющую конфигурацию, позволяющую

20 поддерживать связь с находящимися около земли сотовыми устройствами, при этом первый расположенный около земли слой включает первую покрывающую некоторую площадь зону;

по крайней мере один второй слой, имеющий конфигурацию, позволяющую покрывать существенно такую же площадь, как и площадь первой зоны, при этом

25 второй слой включает покрывающую некоторую площадь и находящуюся на некоторой высоте над землей зону, при этом покрывающая некоторую площадь и находящаяся на некоторой высоте над землей зона второго слоя отделена от указанной первой покрывающей некоторую площадь зоны и при этом указанная покрывающая некоторую площадь и находящаяся на некоторой высоте над землей зона второго слоя расположена

30 существенно выше поверхности земли,

при этом указанный второй слой имеет конфигурацию, позволяющую поддерживать связь, и в пределах этого слоя летательный аппарат может быть обеспечен надежной связью с использованием сотовой сети связи,

причем первый протокол связи осуществляется для обмена информацией около

35 поверхности земли, который происходит в пределах первой покрывающей некоторую площадь зоны, и в которой второй протокол связи осуществляется для обмена информацией, который происходит в пределах расположенной выше поверхности земли и покрывающей некоторую площадь зоны второго слоя.

2. Система по п. 1, включающая

40 базовую станцию сотовой сети, включающую приемопередающее оборудование; по крайней мере одну антенную систему, имеющую конфигурацию, позволяющую ей излучать энергию в радиочастотном диапазоне в сторону неба;

при этом указанное приемопередающее оборудование включает компоненты, разработанные для осуществления связи в указанном расположенном около земли

45 слое, и компоненты, разработанные для осуществления связи в указанной второй покрывающей некоторую площадь зоне.

3. Система по п. 1, включающая

основание неподвижно установленной приемопередающей антенны базовой станции

сотовой сети и первое приемопередающее оборудование, предназначенное для осуществления связи в указанном расположенном около земли слое;

антенную систему, установленную на указанное опорное устройство неподвижно установленной приемопередающей антенны базовой станции сотовой сети,

5 при этом указанная антенна имеет конфигурацию, позволяющую ей излучать энергию в радиочастотном диапазоне в сторону неба в пределах ограниченного телесного угла, имеющего вид конуса или тела другой формы;

при этом указанная антенная система соединена со вторым комплектом приемопередающего оборудования для осуществления связи с находящимися в воздухе
10 летательными аппаратами.

4. Система по п. 2, включающая

опорное устройство неподвижно установленной приемопередающей антенны базовой станции сотовой сети;

в которой указанные компоненты приемопередающего оборудования включают
15 первое приемопередающее оборудование, предназначенное для осуществления связи в указанном расположенном около земли слое, и второе приемопередающее оборудование, предназначенное для осуществления связи с летательными аппаратами, находящимися в воздухе в пределах второй, покрывающей некоторую площадь зоне;

при этом по крайней мере одна антенная система включает по крайней мере одну
20 антенну, установленную на указанном опорном устройстве неподвижно расположенной приемопередающей антенны базовой станции сотовой сети;

в которой антенная система имеет конфигурацию, позволяющую ей излучать энергию в радиочастотном диапазоне в сторону неба в пределах ограниченного телесного угла, имеющего вид конуса или тела другой формы;

25 при этом указанная антенная система соединена со вторым приемопередающим оборудованием.

5. Система по п. 4, в которой указанная вторая антенная система включает одну или более чем одну направленную в небо антенну.

6. Система по п. 5, в которой указанная одна или более чем одна направленная в
30 небо антенна распространяет сигнал в указанной второй покрывающей некоторую площадь зоне.

7. Система по п. 6, в которой указанная одна или более чем одна направленная в небо антенна распространяет сигнал в сторону неба и в которой указанный направленный в сторону неба сигнал является поляризованным.

35 8. Система по п. 7, которой указанный направленный в небо сигнал имеет горизонтальную поляризацию.

9. Система по п. 7, которой указанный направленный в небо сигнал имеет круговую поляризацию.

10. Система по п. 7, в которой две группы направленных в небо сигналов излучаются
40 в небо с различающимися группами частот, при этом углы, ограничивающие диаграмму направленности, отличаются друг от друга с тем, чтобы обеспечить непрерывную связь в различных по высоте зонах, расположенных над одной или более чем одной направленной в небо антенной.

11. Система по п. 10, в которой одна или более чем одна направленная в небо антенна
45 излучает две группы сигналов с отличающимися группами частот.

12. Система по п. 10, в которой одна или более чем одна направленная в небо антенна распространяет сигналы, образующие направленную в небо диаграмму направленности излучения, и в которой указанная направленная в небо диаграмма направленности

излучения создается электронным способом.

13. Система по п. 12, в которой указанной направленной в небо диаграммой направленности излучения можно управлять электронным способом с тем, чтобы она могла сопровождать конкретный беспилотный летательный аппарат (БЛА) или дистанционно пилотируемый летательный аппарат (ДПЛА).

14. Система по п. 12, включающая один или более чем один пассивный рефлектор, в которой указанное основание неподвижно установленной приемопередающей антенны базовой станции сотовой сети и первое приемопередающее оборудование генерируют направленную вдоль поверхности земли диаграмму направленности излучения для осуществления связи в указанном расположенном около земли слое и в которой указанная направленная в небо диаграмма направленности излучения, кроме того, изолируется от указанной направленной вдоль поверхности земли диаграммы направленности при помощи одного или более чем одного пассивного рефлектора.

15. Система по п. 12, в которой указанная энергия, излучаемая в радиочастотном диапазоне указанной антенной системой с образованием направленной в небо диаграммы направленности, ограничивается с тем, чтобы способствовать разделению зон, в которых создаются с непрерывной связью с летательными аппаратами.

16. Система по п. 1, в которой второй протокол связи включает протокол, который однозначно связан с обменом информацией между приемопередатчиками БЛА и ДПЛА.

17. Система по п. 1, в которой первый протокол связи включает протокол обмена информацией около поверхности земли и в которой второй протокол связи включает протокол связи с находящимися в небе объектами, при этом указанный протокол связи с находящимися в небе объектами отличается от указанного протокола связи в приземном слое с тем, чтобы однозначно распознать приемопередатчики БЛА и ДПЛА от находящихся на поверхности земли сотовых телефонов, смартфонов и подобных устройств.

18. Система по п. 16, в которой приемопередатчики БЛА и ДПЛА имеют уникальные или различающиеся идентификационные номера или классы IMEI, позволяющие производить быстрое разграничение при помощи сотовой сети связи между связью с БЛА и ДПЛА и связью в приземном слое.

19. Система по п. 18, в которой сотовая сеть связи имеет конфигурацию, включающую обрабатывающий компонент и программное обеспечение, содержащее команды для обработки сообщений в зависимости от того, был ли источником данного сообщения БЛА или ДПЛА, либо источником данного сообщения был приемопередатчик для связи в приземном слое.

20. Система по п. 19, в которой сотовая сеть связи имеет конфигурацию, позволяющую направлять поток данных или речевой трафик заданным образом.

21. Система по п. 10, в которой указанная первая группа направленных в небо сигналов имеет поляризацию с первой поляризационной характеристикой и в которой вторая группа направленных в небо сигналов имеет поляризацию со второй поляризационной характеристикой.

22. Система по п. 21, в которой указанные поляризационные характеристики представляют собой круговую поляризацию.

23. Система по п. 22, в которой первая группа направленных в небо сигналов имеет один из следующих типов поляризации: правой круговой поляризации или левой круговой поляризации, и в которой вторая группа направленных в небо сигналов имеет другой тип поляризации из следующих: правой круговой поляризации или левой круговой поляризации.

24. Система по п. 22, в которой первая группа направленных в небо сигналов имеет вид направленного в небо тела первой формы и в которой вторая группа направленных в небо сигналов имеет вид направленного в небо тела второй формы, при этом сигналы в по крайней мере одном из двух тел: в первом направленном в небо теле или во втором направленном в небо теле имеют правую круговую поляризацию, а сигналы во втором из двух тел: в первом направленном в небо теле или во втором направленном в небо теле имеют левую круговую поляризацию.

25. Система по п. 22, в которой первая группа направленных в небо сигналов образует первый направленный в небо конус и в которой вторая группа направленных в небо сигналов образует второй направленный в небо конус, при этом сигналы в по крайней мере одном из двух направленных в небо конусов: в первом конусе или во втором конусе имеют правую круговую поляризацию, а сигналы во втором из двух направленных в небо конусов: в первом конусе или во втором конусе имеют левую круговую поляризацию.

26. Система по п. 23, в которой одна или более чем одна направленная в небо антенна излучает две указанные группы сигналов с различающимися группами частот.

27. Система по п. 23, в которой направленные в небо диаграммы направленности излучения создаются электронным способом.

28. Система по п. 27, в которой направленной в небо диаграммой направленности излучения можно управлять электронным способом таким образом, чтобы она сопровождала конкретный беспилотный летательный аппарат (БЛА) или дистанционно пилотируемый летательный аппарат (ДПЛА).

29. Система по п. 25, в которой указанная система имеет конфигурацию, позволяющую ей поддерживать связь с одним или более чем одним БЛА и ДПЛА, и в которой первый направленный в небо конус является конусом верхнего слоя и в которой второй направленный в небо конус является конусом нижнего слоя, в которой в первом направленном в небо конусе излучения имеет левую круговую поляризацию и в которой во втором направленном в небо конусе излучение имеет правую круговую поляризацию, при этом связь с ДПЛА происходит в пределах первого направленного в небо конуса, а связь с БЛА происходит в пределах второго направленного в небо конуса.

30. Система по п. 29, включающая БЛА, при этом указанный БЛА имеет приемопередатчик, предназначенный для передачи и приема, при этом приемопередатчик БЛА имеет конструкцию, позволяющую передавать и принимать сигналы, имеющие правую круговую поляризацию.

31. Система по п. 29, включающая ДПЛА, при этом указанный ДПЛА имеет приемопередатчик, предназначенный для передачи и приема, при этом приемопередатчик ДПЛА имеет конструкцию, позволяющую передавать и принимать сигналы, имеющие левую круговую поляризацию.

32. Система по п. 30, включающая ДПЛА, при этом указанный ДПЛА имеет приемопередатчик, предназначенный для передачи и приема, при этом приемопередатчик ДПЛА имеет конструкцию, позволяющую передавать и принимать сигналы, имеющие левую круговую поляризацию.

33. Система по п. 32, в которой приемопередатчик базовой станции сотовой сети имеет конструкцию, позволяющую передавать и принимать сигналы с одной или более чем одной поляризационной характеристикой из следующих: сигналы с правой круговой поляризацией и сигналы с левой круговой поляризацией.

34. Система по п. 33, в которой приемопередатчик базовой станции имеет конструкцию, позволяющую передавать и принимать сигналы, имеющие правую

поляризацию, при осуществлении связи с указанным БЛА и в которой приемопередатчик базовой станции имеет конструкцию, позволяющую передавать и принимать сигналы, имеющие левую круговую поляризацию, при осуществлении связи с указанным ДПЛА.

35. Система сотовой связи, в которой имеется множество базовых станций с
- 5 приемопередающим оборудованием и в которой имеются опорные устройства неподвижно установленных приемопередающих антенн базовых станций сотовой сети, включающая антенную систему, установленную на множестве опорных устройств неподвижно установленных приемопередающих антенн базовых станций сотовой сети,
- 10 в которой указанная антенная система имеет конфигурацию, позволяющую ей излучать энергию в радиочастотном диапазоне в сторону неба в пределах ограниченного телесного угла в виде конуса или тела другой формы и в которой указанная антенная система соединена со вторым комплектом приемопередающего оборудования, которое аналогично или идентично указанному приемопередающему оборудованию базовых станций с тем, чтобы осуществлять связь с находящимися в воздухе летательными
- 15 аппаратами, а не связь с объектами на земле,
- в которой две группы направленных в небо сигналов излучаются в небо с различающимися группами частот, при этом углы, ограничивающие диаграмму направленности, отличаются друг от друга с тем, чтобы обеспечить непрерывную связь в различных по высоте зонах, расположенных над одной или более чем одной
- 20 направленной в небо антенной.

25

30

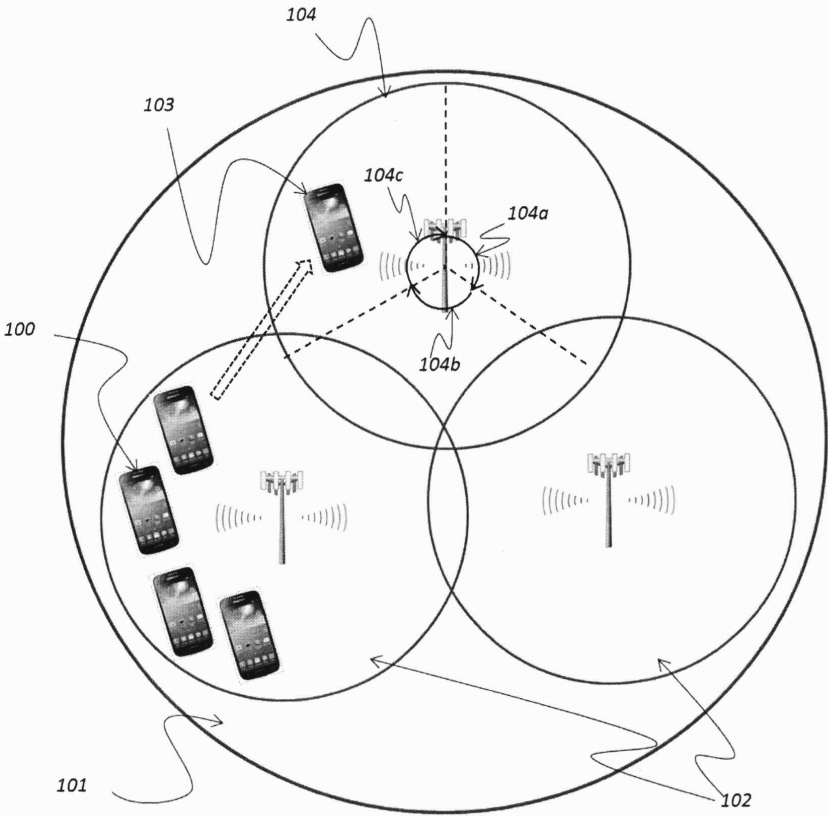
35

40

45

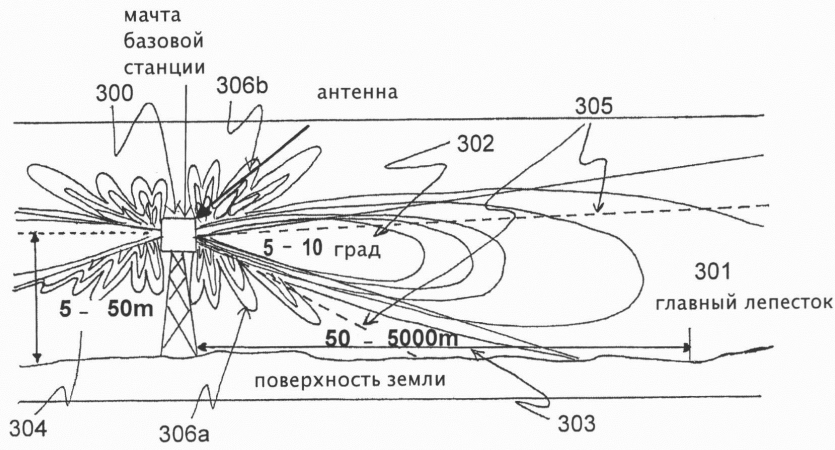
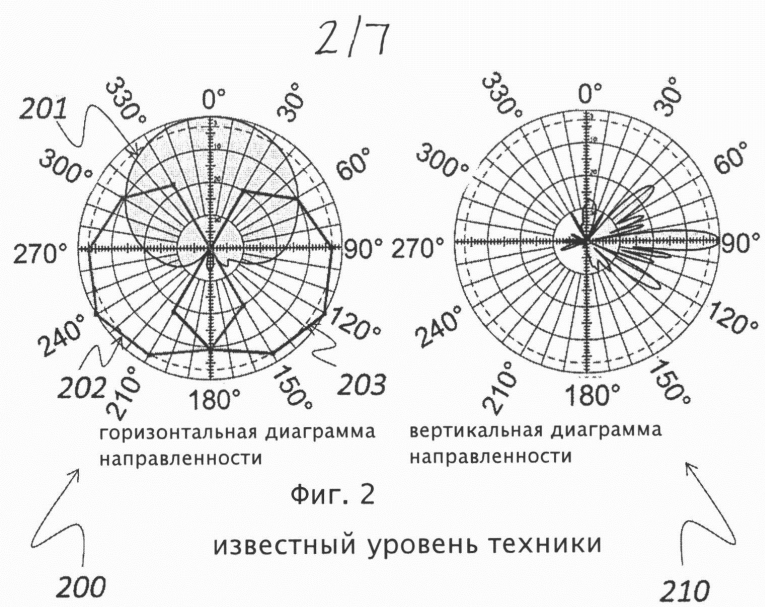
1

1/7



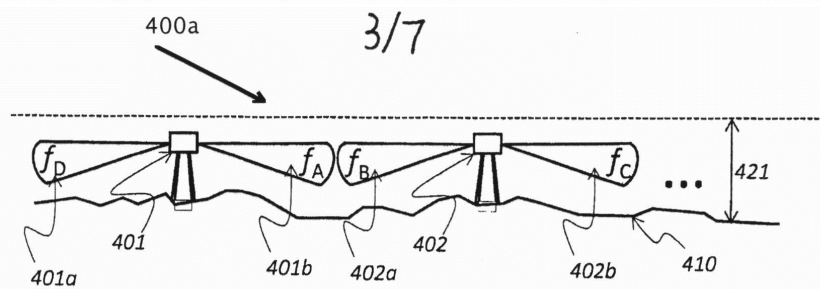
Фиг. 1
известный уровень техники

2

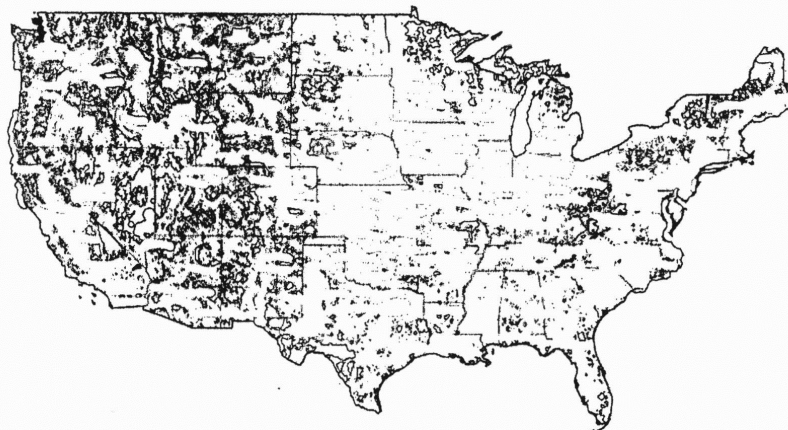


Фиг. 3

известный уровень техники

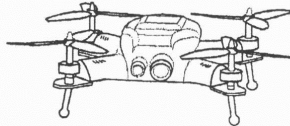


Фиг. 4
известный уровень техники



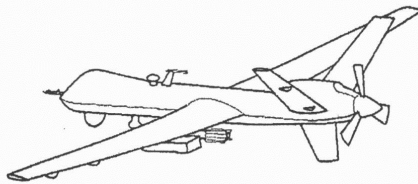
Фиг. 5
известный уровень техники

4/7



Фиг. 6

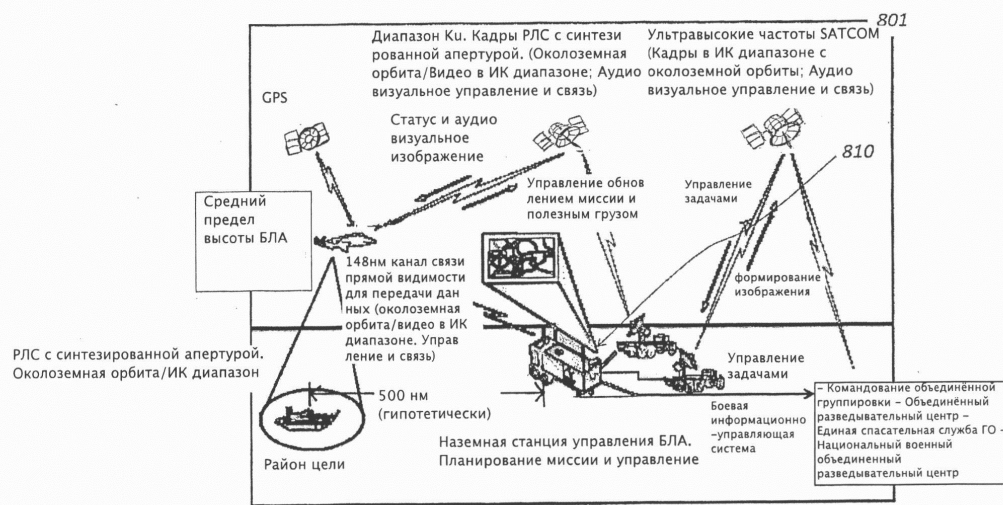
известный уровень техники
– типичный БЛА



Фиг. 7

известный уровень техники
– типичный ДПЛА

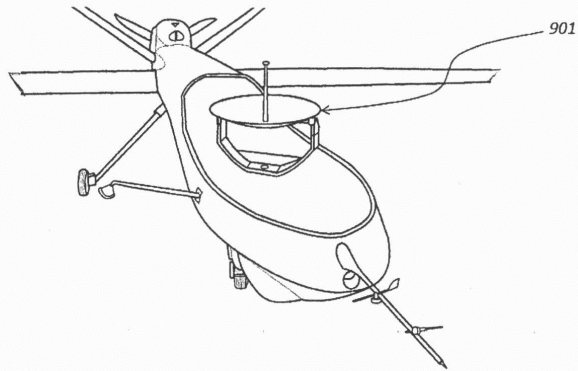
5/7



Фиг. 8

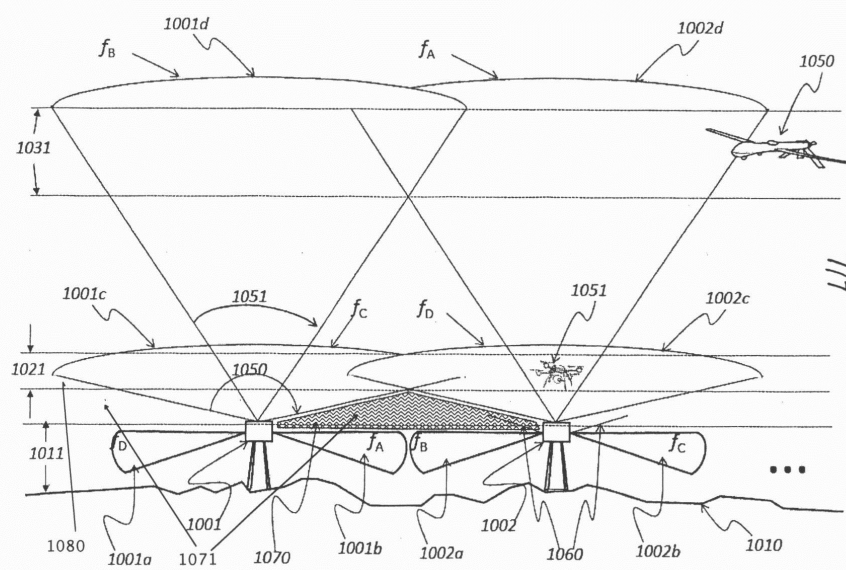
известный уровень техники – типичная военная сеть связи с БЛА/ДПЛА

6/7



Фиг. 9

известный уровень техники – типичная антенна для связи ДПЛА со спутником



Фиг. 10
Система связи с БЛА и ДПЛА