

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011141717/07, 05.05.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.05.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
05.05.2009 DE 102009019995.0;
05.05.2009 US 61/175,553

(43) Дата публикации заявки: 10.06.2013 Бюл. № 16

(45) Опубликовано: 10.05.2014 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: WO2007/011978 A1, 25.01.2007.
RU2252900 C1, 27.05.2005. US2006/0030311 A1,
09.02.2006. US3500406 A, 10.03.1970(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 05.12.2011(86) Заявка РСТ:
EP 2010/056109 (05.05.2010)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2010/128083 (11.11.2010)

Адрес для переписки:

119019, Москва, Гоголевский бульвар, 11, этаж
3, "Гоулингз Интернэшнл Инк.", Дементьеву
Владимиру Николаевичу

(72) Автор(ы):

ФУСС Тим (DE),
ШВАРК Уве (DE)

(73) Патентообладатель(и):

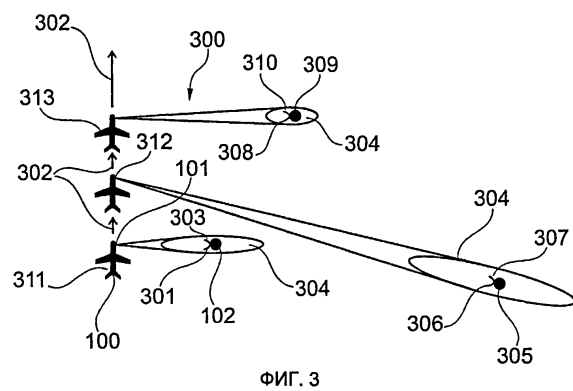
ЭЙРБАС ОПЕРЕЙШНС ГМБХ (DE)

(54) СПОСОБ И СИСТЕМА СВЯЗИ ДЛЯ НАПРАВЛЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ
МЕЖДУ ВОЗДУШНЫМ СУДНОМ И НАЗЕМНОЙ СТАНЦИЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике связи и может использоваться в системах направленной передачи цифровых данных между воздушным судном и наземными станциями. Технический результат состоит в повышении качества передачи данных между воздушным судном и наземной станцией. Для этого в схеме расположения производят обмен данными в цифровом виде и непосредственно, а другими

словами непосредственно при помощи направленных антенн, между воздушным судном и наземными станциями. Более того, лепестки передачи адаптируют во время полета, так что направленные антенны на воздушном судне облучают только те зоны на земле, которые расположены на минимальном расстоянии в поперечном направлении от линии полета воздушного судна. 3 н. и 12 з.п. ф-лы, 8 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2011141717/07, 05.05.2010**(24) Effective date for property rights:
05.05.2010

Priority:

(30) Convention priority:
05.05.2009 DE 102009019995.0;
05.05.2009 US 61/175,553(43) Application published: **10.06.2013** Bull. № 16(45) Date of publication: **10.05.2014** Bull. № 13(85) Commencement of national phase: **05.12.2011**(86) PCT application:
EP 2010/056109 (05.05.2010)(87) PCT publication:
WO 2010/128083 (11.11.2010)

Mail address:

119019, Moskva, Gogolevskij bul'var, 11, ehtazh 3,
"Goulingz Internehshnl Ink.", Dement'evu Vladimiru
Nikolaevichu

(72) Inventor(s):

FUSS Tim (DE),
ShVARK Uve (DE)

(73) Proprietor(s):

EhJRBAS OPEREJShNS GMBKh (DE)(54) **COMMUNICATION METHOD AND SYSTEM FOR DIRECTIONAL TRANSMISSION OF DIGITAL DATA BETWEEN AIRCRAFT AND GROUND STATION**

(57) Abstract:

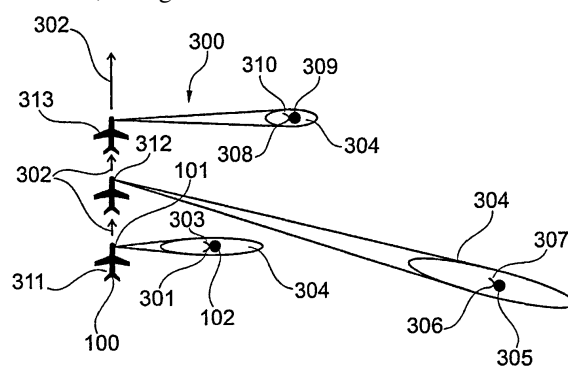
FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: invention relates to communication engineering and can be used in systems for directional transmission of digital data between aircraft and ground stations. In this arrangement data is exchanged digitally and directly, in other words directly by means of directional antennae, between the aircraft and the ground stations. Furthermore, transmission lobes are adapted during flight such that the directional antennae on the aircraft only illuminate regions on the ground that are located at a minimum distance across the flight path of the aircraft.

EFFECT: high quality of transmitting data between

aircraft and a ground station.

15 cl, 8 dwg



ФИГ. 3

Область применения изобретения

Настоящее изобретение в общем имеет отношение к связи воздушного судна с землей. В частности, настоящее изобретение имеет отношение к созданию способа направленной передачи цифровых данных между воздушным судном и по меньшей мере одной первой наземной станцией, к созданию воздушного судна, которое содержит блок цифрового передатчика для направленной передачи цифровых данных между воздушным судном и наземной станцией, и к созданию системы связи для направленной передачи цифровых данных между воздушным судном и наземной станцией.

Предпосылки к созданию изобретения

В системах связи, которые используют в настоящее время, когда каждая из систем связи соединяет самолет с внешним миром, чтобы осуществлять передачу данных, используют кругонаправленные антенны. По причине низкого коэффициента усиления таких кругонаправленных антенн требуются существенно увеличенные мощности передачи, как для передатчиков, установленных на самолете, так и для передатчиков, установленных на земле.

В случае установленных на самолете кругонаправленных антенн, сигналы передачи от самолета на наземные станции, другие, чем обслуживающая наземная станция, будут действовать как помехи. Эти помехи могут приводить к значительному снижению спектральной эффективности всей системы связи. Это может относиться и к противоположному направлению такого канала связи.

Более того, в используемых до настоящего времени сетях связи между воздушным судном и наземными станциями, в основном используют способы аналоговой передачи. Как правило, при способах аналоговой передачи параметр несущего сигнала изменяют при помощи аналогового модулирующего сигнала, например, изменяют амплитуду, частоту или фазу. В этой схеме построения каждое значение амплитуды и амплитуды фазы возможно в заданном диапазоне значений и является важным в каждый момент времени.

Чисто аналоговые способы передачи сигнала, как правило, подвержены внешним мешающим воздействиям, которые, например, вызваны посторонними системами, или подвержены тепловому шуму, который присущ любой системе передачи. В отличие от этого цифровые способы позволяют обеспечивать значительно более надежную передачу за счет использования мер защиты от ошибок или мер коррекции, например, при помощи восстановления сигнала, компенсации или кодирования с исправлением ошибок.

В документах DE 102005063077 и WO 2007074175 описано устройство для записи цифровых сообщений, обмен которыми происходит между пилотом воздушного судна и персоналом на земле при помощи устройств канала передачи данных.

В патенте США 2006/0229103 A1 описана система связи, в которой на самолете установлена единственная антенна, причем указанная антенна создает единственный луч, имеющий независимо управляемые, узкие лепестки. Такая схема построения с единственной антенной является аэродинамически невыгодной, а также невыгодной относительно характеристик передачи и приема. Известная антенна содержит решетку из шести антенных элементов, причем вся антенна вытянута поверх зоны, расположенной на расстоянии по меньшей мере 50 см вниз от нижней поверхности фюзеляжа. В случае крена самолета, меньшая эффективная площадь антенны будет обращена к наземной станции.

Раскрытие изобретения

Задачей настоящего изобретения является улучшение передачи данных между воздушным судном и наземной станцией.

В соответствии с настоящим изобретением предлагаются способ направленной передачи цифровых данных между воздушным судном и по меньшей мере одной первой наземной станцией, воздушное судно, которое содержит блок цифрового передатчика для направленной передачи цифровых данных между воздушным судном и по меньшей мере одной первой наземной станцией, и система связи для направленной передачи цифровых данных между воздушным судном и по меньшей мере одной первой наземной станцией, в соответствии с признаками, изложенными в зависимых пунктах формулы изобретения.

Описанные варианты осуществления настоящего изобретения также относятся к способу, воздушному судну и к системе связи.

Следует иметь в виду, что способ может быть реализован при помощи описанной последовательности операций способа. Однако любая другая последовательность операций способа может быть использована для реализации способа в соответствии с настоящим изобретением.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения предлагается способ направленной передачи цифровых данных между воздушным судном и по меньшей мере одной первой наземной станцией, реализованный при помощи прямой радиосистемы земля-воздух. В этой схеме построения способ включает в себя следующие операции: использование первой антенны для воздушного судна и второй антенны для первой наземной станции, причем по меньшей мере одна из первой и второй антенн является направленной антенной. Этот вариант осуществления дополнительно содержит операцию передачи цифровых данных непосредственно между воздушным судном и первой наземной станцией.

Следует иметь в виду, что в этом и в любом другом вариантах осуществления воздушным судном может быть самолет.

В этой схеме расположения, в этом и в любом другом вариантах осуществления изобретения, направленная антенна воздушного судна, за счет ее физической конструкции, является пространственно направленной, в том, что касается ее характеристик излучения электромагнитных волн. Направленная антенна может иметь несколько излучающих или приемных антенных элементов, которыми можно управлять, за счет техники формирования луча и/или техники управления лучом, при помощи блока управления на воздушном судне, чтобы изменять в пространстве лепесток передачи / лепесток приема указанной антенны, и чтобы адаптировать ее к желательным параметрам. Это описано далее более подробно. В этой схеме построения предпочтительное основное направление передачи или основное направление приема направленной антенны на воздушном судне может быть задано для прямой цифровой связи земля-воздух. Аналогично, относительная фаза сигналов, которые передают при помощи различных элементов антенны, может изменяться для того, чтобы получить желательный лепесток передачи с предпочтительным направлением главного луча направленной антенны.

Другими словами, направленная антенна представляет собой антенну с ясно выраженной направленностью.

В контексте настоящего изобретения, термины "формирование луча" и "управление лучом" относятся к согласованию характеристик антенны в том, что касается формы и направления лепестков приема и/или передачи направленной антенны.

В этой схеме построения, если это желательно, также можно использовать антенные решетки.

Более того, в этом и в любом другом вариантах осуществления изобретения антенны

воздушного судна, описанные в контексте настоящего изобретения, могут быть установлены в или на воздушном судне. Аналогично, антенны наземной станции могут быть установлены в или на наземной станции.

В этой схеме построения, при использовании этой оптимизированной прямой цифровой системы связи земля-воздух, все сообщения с воздушного судна, в том числе сообщения из пассажирского салона и из кабины экипажа, могут быть переданы в цифровом виде и непосредственно на землю, без использования спутниковой связи.

За счет возможности адаптации направления главного луча такой направленной антенны, пропускная способность этой прямой радиосистемы земля-воздух в выделенном спектре может быть значительно увеличена. Это не только улучшает характеристики передачи, но также позволяет снизить плату пользователя за услуги оператору воздушного судна по сравнению с платой пользователя за услуги при использовании спутниковой системы связи.

Аналогично, можно предусмотреть направленные антенны как для воздушного судна, так и для наземной станции. Другими словами, антенны на воздушном судне и на наземных станциях будут излучать радиосигналы друг к другу направленным образом, так что снижаются помехи при взаимном использовании в обоих направлениях передачи.

По меньшей мере одна направленная антенна не излучает во всех направлениях пространства, а другими словами излучение не является изотропным, и, таким образом, происходит с коэффициентом усиления антенны, который действует в направлении приема. За счет этого подавляются сигналы от передатчиков вне направления главного луча и повышается пропускная способность канала передачи, так как подавляются помехи. Более того, в одной и той же зоне несколько пользователей могут иметь доступ к одной и той же частоте, которая выделена для системы. В этой схеме построения термин "пользователь", в контексте настоящего изобретения и в других случаях, используют по отношению к воздушному судну и к наземным станциям.

Концепция настоящего изобретения с направленными антеннами улучшает использование выделенного частотного спектра и снижает нежелательные помехи.

Следует ясно указать, что в этом и любых других примерных вариантах осуществления изобретения могут быть использованы множество наземных станций, которые связаны друг с другом в сети.

Следующее необходимо подчеркнуть в связи с передачей цифровой информации и передачей данных: при передаче цифровой информации и при передаче данных можно, при помощи адекватного экранирования физической величины от внешнего мира, за счет соответствующего выбора интервалов и за счет использования кодов с исправлением ошибок, снизить в любой желательной степени вероятность потери информации, если снизить скорость передачи данных. Это преимущество передачи цифровых данных по сравнению с передачей аналоговых данных преимущественно использовано в настоящем изобретении. Другими словами, за счет этого может быть обеспечена более надежная передача данных между воздушным судном и первой наземной станцией.

В соответствии с этим вариантом осуществления настоящего изобретения концепция антенны, которая использована на воздушном судне, может предусматривать использование боковых антенн и направленных антенн, которые установлены на обеих сторонах на фюзеляже воздушного судна. В случае самолета, две боковые антенны могут быть установлены впереди или позади крыльев, у основания обтекателей, или могут быть даже установлены на самих крыльях или стабилизаторах, чтобы свести к

минимуму пустые области между компонентами воздушного судна.

В этой схеме расположения, термин "боковой" относится к местам установки направленных антенн, которые не расположены в центре на поперечной оси самолета. Это будет описано далее более подробно со ссылкой на фиг.2 и 4.

5 Более того, при помощи этого способа можно центрировать антенны в соответствии с их относительной частотой использования. Так как доступ к первой антенне и к дополнительным антеннам на воздушном судне большую часть времени производят при небольшом угле от горизонтали, эти антенны соответственно устанавливают и/или переустанавливают под углом, при котором антенны имеют лучшие характеристики при их использовании.

10 В этой схеме расположения, первая антенна для самолета может быть, например, антенной с отношением ее длины к ширине больше 1. Другими словами, в способе могут быть использованы направленные антенны, причем указанные направленные антенны являются относительно длинными по сравнению с их шириной. Это может
15 быть желательным потому, что лепесток передачи / лепесток приема антенны может быть узким в горизонтальном направлении, в то время как он может быть широким в вертикальном направлении. В этой схеме расположения тип радиального облучения зависит от конструкции антенны, связанной с высотой и шириной антенны. В заданном положении установки, в котором продольные оси антенны и воздушного судна идут
20 в одном и том же направлении, ширина антенны имеет значительное влияние, в то время как длина имеет незначительное влияние, на дополнительное аэродинамическое сопротивление, которое создает антенная система.

В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения, способ включает в себя дополнительную операцию согласования лепестка передачи
25 направленной антенны на основании по меньшей мере одного из двух параметров линии полета воздушного судна и положения наземной станции.

В этом способе имеет место как адаптация центровки лепестка передачи, так и адаптация формы лепестка передачи. Это аналогично применимо также к лепестку приема направленной антенны.

30 Для того, чтобы принимать в расчет изменения положения воздушного судна во время полета, влияющее на качество передачи данных, способ предусматривает использование алгоритмов для управления лепестком передачи / лепестком приема направленной антенны, так чтобы направление главного луча первой антенны воздушного судна было совмещено с первой наземной станцией или оставалось
35 совмещенным с ней, или же чтобы направление главного луча второй антенны первой наземной станции было совмещено с воздушным судном или оставалось совмещенным с ним.

Более того, способ в соответствии с настоящим изобретением позволяет достичь синергетического эффекта между использованием направленных антенн и выбором
40 четко заданной зоны, которая облучена антеннами, расположенными сбоку на фюзеляже воздушного судна, причем за счет заявленного способа можно облучать землю при помощи направленных антенн самолета так, что заранее определенная зона, расположенная непосредственно ниже воздушного судна на земле, не будет облучена. Другими словами, облучается только зона между x км (ближнее положение) и y км
45 (дальнее положение) в сторону (перпендикулярно) от линии полета воздушного судна, как это описано далее более подробно со ссылкой на фиг.4 и 5. Это обеспечивает, что наземные станции, которые находятся непосредственно под линией полета воздушного судна или которые находятся в непосредственной близости от линии полета, не будут

обнаружены при помощи направленных антенн воздушного судна и, таким образом, не станут обслуживающей (снабжающей) наземной станцией. Сигнал принимают только те наземные станции, которые расположены на минимальном расстоянии в поперечном направлении от линии полета воздушного судна. Это минимальное расстояние может
 5 быть определено в дополнительной операции способа, после чего лепесток передачи / лепесток приема первой направленной антенны и/или дополнительных направленных антенн на воздушном судне может быть адаптирован соответствующим образом.

Это обеспечивает преимущество, связанное с тем, что скорость изменения угла во время горизонтального сопровождения воздушного судна при помощи лепестка
 10 передачи / лепестка приема второй антенны первой наземной станции не превышает заданное максимальное значение. Эта специфическая характеристика способа, в свою очередь, обеспечивает положительный эффект, связанный с тем, что становится возможным упрощенное управление лучом и/или упрощенное формирование луча для первой наземной станции.

Более того, максимальный доплеровский сдвиг частоты ограничен, так как воздушное судно никогда не летит в направлении непосредственно к обслуживающей наземной станции, другими словами к первой наземной станции и, возможно, также к
 15 дополнительным наземным станциям, или не может перемещаться в направлении удаления от нее или от них.

За счет согласования направления главного луча направленной антенны пропускная
 20 способность этой прямой радиосистемы земля-воздух может быть существенно увеличена в заданном спектре. Это улучшает характеристики передачи и снижает плату за услуги пользователя по сравнению со спутниковыми системами связи.

В этой схеме расположения согласование лепестка передачи / лепестка приема
 25 направленной антенны может быть осуществлено при помощи блока управления. В том случае, когда направленная антенна расположена на воздушном судне, блок управления также расположен на воздушном судне. Если направленная антенна расположена на первой наземной станции, тогда блок управления расположен в первой наземной станции.

Более того, этот вариант осуществления также может предусматривать: непрерывное
 30 измерение любых изменений силы сигнала, принятого при помощи направленной антенны при полете воздушного судна, причем согласование лепестка передачи / лепестка приема производят на основании измеренного изменения сигнала.

Аналогично, следует ясно указать, что в этом и в любом другом вариантах
 35 осуществления изобретения термин "лепесток передачи" является синонимом термина "лепесток антенны". Следует также указать, что такой лепесток передачи / лепесток приема в действительности содержит направление главного луча и верхний и нижний критический угол излучения электромагнитных волн.

Кроме того, возможна операция способа, которая связана с компенсацией крена
 40 воздушного судна при помощи способов управления лучом и/или формирования луча.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения, согласование лепестка приема осуществляют при помощи алгоритма, причем указанное согласование проводят на основании по меньшей мере одного параметра, выбранного
 45 из группы, в которую входят скорость полета воздушного судна, влияние по меньшей мере одного доплеровского сдвига, потеря сигнала, взаимное влияние между различными участниками в радиосистеме и имеющаяся ширина полосы пропускания.

В этой схеме расположения другими участниками могут быть другое воздушное судно или другие наземные станции, которые также обмениваются информацией в

радиосети этой прямой радиосистемы земля-воздух.

В соответствии с настоящим изобретением, как первая антенна, так и вторая антенна представляют собой направленные антенны. Более того, способ включает в себя следующую операцию: согласование лепестков передачи первой и третьей антенн, причем согласование производят так, что когда воздушное судно находится в полете, направление главного луча первой антенны воздушного судна остается наведенным на первую наземную станцию, и одновременно направление главного луча третьей антенны первой наземной станции остается наведенным на воздушное судно.

Другими словами, в любой момент времени при полете, две направленные антенны производят передачу в направлении желательной наземной станции. В этой схеме расположения, даже в процессе переключения, лепесток передачи первой антенны может быть изменен таким образом, что направление главного луча этой первой направленной антенны может быть изменено от направления на используемую в настоящее время первую наземную станцию к направлению на вторую наземную станцию, канал связи с которой создан при помощи процесса переключения.

В этой схеме расположения, в контексте настоящего изобретения, термин "переключение" используют для описания процесса в сети связи, в котором воздушное судно переходит от одной радиоячейки к следующей в течение периода, в котором имеется связь. В этой схеме расположения радиоячейки созданы при помощи наземных станций.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения направленная антенна расположена на воздушном судне, и способ дополнительно содержит следующие операции: пространственная центровка направленной антенны на воздушном судне, причем пространственную центровку осуществляют таким образом, что возникает зона, которая не облучается при помощи лепестка передачи направленной антенны, причем указанная зона идет на земле вдоль линии полета воздушного судна. Другими словами, антенны, расположенные на воздушном судне, установлены на обеих сторонах и сбоку на фюзеляже воздушного судна. В этой схеме расположения вертикальный угловой диапазон, который перекрыт за счет лепестков передачи антенн, образован таким образом за счет совмещения, что облучаются только те зоны, которые не расположены непосредственно под воздушным судном вдоль линии полета. Другими словами, при помощи направленных антенн облучается только та зона, которая находится на земле в боковом направлении от линии полета, причем указанная зона идет между ближним положением и дальним положением в направлении удаления от линии полета. Это показано на фиг.4 и 5.

Указанным образом может быть обеспечено, при помощи способа, что те станции, над которыми воздушное судно пролетает непосредственно вертикально, и те станции, которые находятся в непосредственной близости от проекции линии полета на землю, не становятся обслуживающими наземными станциями воздушного судна. Таким образом, воздушное судно использует в этой прямой радиосистеме земля-воздух только те наземные станции, которые расположены на минимальном расстоянии в поперечном направлении от линии полета. Среди прочего, это связано с преимуществом, в соответствии с которым не будет превышено максимальное значение скорости изменения угла во время горизонтального сопровождения самолета наземной станцией, или во время горизонтального сопровождения наземной станции самолетом. В том и другом случаях такое сопровождение осуществляют с использованием согласования и повторного согласования соответствующего лепестка передачи. Соответствующее согласование мощности передачи также возможно.

Другими словами, за счет выбора и определения необлученной зоны при пространственной центровке направленной антенны, может быть определено это максимальное значение скорости изменения угла. Это преимущественно может приводить к использованию простых механизмов и алгоритмов для согласования лепестков передачи направленных антенн.

Другое преимущество этого варианта осуществления связано с ограничением максимально возможного доплеровского сдвига частоты при передаче цифровых данных между воздушным судном и первой наземной станцией. По причине бокового расположения направленных антенн на воздушном судне и по причине пространственной центровки направленных антенн таким образом, что необлученная зона возникает под воздушным судном, становится возможным обеспечение того, что воздушное судно никогда не летит непосредственно в направлении обсуживаемой наземной станции или никогда не летит непосредственно в направлении удаления от нее.

Более того, возможно использование механизма выбора наземной станции с лучшей комбинацией интервала переключения, влияния доплеровский эффекта, потери сигнала, взаимного влияния между различными пользователями в радиосистеме, и имеющейся ширины полосы пропускания. Другими словами, в запоминающем устройстве на воздушном судне может быть использован алгоритм, который позволяет определить с использованием вышеуказанных параметров, за счет вычисления, наземную станцию, с которой в данный момент времени может быть установлен или сохранен канал передачи данных.

В этой схеме расположения пространственная центровка направленных антенн может быть обеспечена во время установки направленной антенны на фюзеляже воздушного судна. Однако последующая механическая регулировка направленной антенны, например, при помощи исполнительного механизма позиционирования во время полета, также возможна для пространственной центровки направленной антенны.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения первая антенна расположена в месте установки на воздушном судне, выбранном из группы, в которую входят: место сбоку на фюзеляже воздушного судна; на вертикальном стабилизаторе; на горизонтальном стабилизаторе; на крыле; на гондоле двигателя и на основании обтекателя, который аэродинамически закрывает переход между аэродинамическим профилем и фюзеляжем воздушного судна.

В случае горизонтального стабилизатора внешние кромки указанного горизонтального стабилизатора являются возможными местами установки антенн. В случае вертикального стабилизатора можно установить направленную антенну на боковых поверхностях вертикального стабилизатора или ввести ее в само хвостовое оперение. Более того, одна или несколько направленных антенн могут быть расположены сбоку на воздушном судне.

В этой схеме расположения, в каждом варианте осуществления, пространственная центровка может быть выбрана в зависимости от относительной частоты использования.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения, способ дополнительно включает в себя следующие операции: прием сигнала от первой наземной станции при помощи первой антенны; прием дополнительного сигнала по меньшей мере от одной второй наземной станции при помощи первой антенны; выбор одной из двух наземных станций при помощи блока выбора воздушного судна, для передачи цифровых данных на основании по меньшей мере одного параметра, выбранного из группы, в которую входят: интервал переключения; влияние по меньшей

мере одного доплеровского сдвига; потеря сигнала; взаимное влияние и имеющаяся ширина полосы пропускания.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения, предлагается способ, который включает в себя дополнительную операцию - проведение

процесса переключения между первой наземной станцией и второй наземной станцией. В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения, воздушное судно содержит блок цифрового передатчика (или блок цифрового передатчика/ блок приемника) для направленной передачи цифровых данных между воздушным судном в полете и наземной станцией в прямой радиосистеме земля-воздух. В этой схеме расположения блок цифрового передатчика содержит первую антенну по меньшей мере для излучения сигналов для передачи цифровых данных непосредственно на наземную станцию. В этой схеме расположения первая антенна представляет собой направленную антенну, причем направленная антенна выполнена с возможностью закрепления в месте установки, выбранном из группы, в которую входят: место сбоку на фюзеляже воздушного судна; на вертикальном стабилизаторе; на горизонтальном стабилизаторе; на крыле; на гондоле двигателя; и на основании обтекателя, который аэродинамически закрывает переход между аэродинамическим профилем и фюзеляжем воздушного судна.

По указанной причине, в этом и в любом другом примерном вариантах осуществления изобретения, становится возможной двунаправленная передача данных между воздушным судном и одной или несколькими наземными станциями.

В соответствии с настоящим изобретением блок цифрового передатчика дополнительно содержит вторую антенну, которая выполнена как направленная антенна. В этой схеме расположения вторая антенна выполнена с возможностью установки зеркально-симметричным образом по отношению к первой антенне, относительно оси зеркала, расположенной посередине фюзеляжа.

Этот примерный вариант осуществления, среди прочего, показан на фиг.2.

В этой схеме расположения может быть достигнуто симметричное облучение боковых зон с правой стороны и с левой стороны линии полета воздушного судна. По причине одинаковой пространственной центровки антенн, расположенных сбоку на левой стороне и на правой стороне воздушного судна, и по причине результирующих одинаковых нижних критических углов и верхних критических углов соответствующих лепестков передачи, становится возможным прямое сравнение между наземными станциями, обнаруженными при помощи расположенной справа антенны, и наземными станциями, обнаруженными при помощи расположенной слева антенны. Таким образом, становится возможным обеспечение улучшенного выбора той наземной станции, которая предлагает лучшую комбинацию интервала переключения, влияния доплеровского сдвига, потери сигнала, взаимодействия между различными пользователями радиосистемы и имеющейся ширины полосы пропускания. Это позволяет существенно улучшать передачу данных в цифровой прямой радиосистеме земля-воздух.

В соответствии с еще одним примерным вариантом осуществления настоящего изобретения фюзеляж воздушного судна содержит зону, обращенную к небу, и зону, обращенную к земле. В этой схеме расположения направленная антенна расположена на фюзеляже воздушного судна под углом α относительно поверхности, нормальной к зоне, обращенной к небу, причем указанный угол α выбран из группы, в которую входят: $80^\circ \leq \alpha \leq 145^\circ$; $95^\circ \leq \alpha \leq 165^\circ$; $100^\circ \leq \alpha \leq 155^\circ$; $105^\circ \leq \alpha \leq 140^\circ$; $115^\circ \leq \alpha \leq 130^\circ$; $280^\circ \leq \alpha \leq 185^\circ$; $265^\circ \leq \alpha \leq 195^\circ$; $260^\circ \leq \alpha \leq 205^\circ$; $255^\circ \leq \alpha \leq 220^\circ$ и $245^\circ \leq \alpha \leq 230^\circ$.

В этой схеме расположения возможно расположение направленной антенны на воздушном судне под углом 80° или 280° , чтобы учитывать или компенсировать крен воздушного судна. Возможно также осуществление соответствующей операции способа компенсации крена воздушного судна при помощи способов управления лучом и/или

способов формирования луча. Это расположение двух направленных антенн, которые расположены зеркально-симметричным образом на воздушном судне, обеспечивает возникновение необлученной зоны непосредственно под воздушным судном. Эта зона может быть облучена при помощи антенн только в ограниченной степени, так как угол к нормали антенны

слишком велик. В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения блок цифрового передатчика на воздушном судне дополнительно содержит электрический блок управления для согласования лепестка передачи первой антенны на основании линии полета воздушного судна.

Другими словами, блок управления на воздушном судне позволяет независимо и автономно реализовать алгоритм управления лучом. За счет этого коэффициент усиления заданной направленной антенны дополнительно увеличивается за счет управления лучом. Сигналы передатчиков вне направления главного луча за счет этого подавляются. Пропускная способность канала передачи между воздушным судном и наземной станцией улучшается, так как эффекты взаимного влияния подавляются. Кроме того, в зоне связи, несколько пользователей, а другими словами несколько воздушных судов и/или несколько наземных станций, могут иметь доступ к одной и той же частоте, выделенной для прямой радиосистемы земля-воздух. Кроме создания улучшенного подключения данных это также может приводить к снижению затрат операторов

воздушного судна. В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения, блок цифрового передатчика содержит запоминающее устройство на воздушном судне, причем в этом запоминающем устройстве хранится по меньшей мере один первый алгоритм, при помощи которого блок управления производит согласование лепестка передачи, или хранится второй алгоритм, при помощи которого блок управления осуществляет процесс переключения.

В соответствии с еще одним примерным вариантом осуществления настоящего изобретения система связи для направленной передачи цифровых данных между воздушным судном и по меньшей мере одной первой наземной станцией выполнена в соответствии с п.15 формулы изобретения.

Следует ясно указать, что в этой системе связи как множество воздушных судов, так и несколько наземных станций могут одновременно обмениваться информацией друг с другом.

Характеристику, в соответствии с которой, кроме передачи цифровых данных между воздушным судном и наземной станцией, передача данных всегда происходит направленным и прямым образом, что позволяет существенно повысить пропускную способность в выделенном спектре, можно считать ключевым аспектом настоящего изобретения. За счет этого может быть обеспечена улучшенная передача данных на воздушное судно. Аналогично, могут быть также снижены расходы пользователя по сравнению с расходами пользователя, который использует применяемую в настоящее время передачу данных с использованием спутников. Можно считать дополнительным ключевым аспектом настоящего изобретения тот факт, что излучение направленных антенн воздушного судна производится таким образом, что облучаются только те

наземные зоны, которые по отношению к линии полета воздушного судна имеют малую скорость изменения угла и малое смещение доплеровской частоты. Кроме указанного, настоящее изобретение позволяет, за счет процесса переключения, обеспечивать непрерывную передачу данных на воздушное судно при помощи множества наземных станций. За счет этого можно снизить требующуюся мощность передачи соответствующей антенны, что кроме снижения силы электромагнитного излучения приводит к снижению потребности в электроэнергии на самолете.

Более того, следует ясно указать, что все варианты осуществления настоящего изобретения также относятся к связи в тех ситуациях, когда воздушное судно находится на земле.

Указанные ранее и другие характеристики и преимущества изобретения будут более ясны из последующего детального описания, приведенного со ссылкой на сопроводительные чертежи.

Краткое описание чертежей

На фиг.1 показан пример известного уровня техники, связанного с передачей данных для самолетов.

На фиг.2 схематично показано двумерное изображение самолета в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

На фиг.3 схематично показано двумерное изображение системы связи в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

На фиг.4 схематично показано поперечное сечение самолета в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

На фиг.5 схематично показано двумерное изображение системы связи в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

На фиг.6 схематично показано двумерное изображение системы связи в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

На фиг.7 показан самолет с возможными местами установки направленной антенны в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

На фиг.8 показана схема последовательности операций способа в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

Далее предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения будут описаны со ссылкой на чертежи.

Подробное описание изобретения

На фиг.1 показан пример известного уровня техники, в котором при помощи изотропных излучателей передают аналоговые данные от самолетов 100 на наземные станции 102.

На фиг.2 показан вариант осуществления настоящего изобретения. В этой схеме расположения показано воздушное судно, которое выполнено как самолет 100, который сбоку или на боковой стороне фюзеляжа 104 содержит первую направленную антенну 103. В этой схеме расположения, в правой части на фиг.2 показано поперечное сечение фюзеляжа 104, причем на фюзеляже воздушного судна первая антенна 103 и вторая антенна 105 расположены в зеркальной симметрии относительно оси 107 зеркала посередине фюзеляжа, причем указанные антенны 103, 105 выполнены как направленные антенны.

Кроме того, показаны обращенная к небу зона 108 фюзеляжа и зона 109 фюзеляжа, обращенная к земле. Более того, показан угол " α " 110. Также на фиг.1 показана нормаль 111 к поверхности обращенной к небу зоны 108. Более того, показан блок 101 цифрового передатчика, который электрически связан с первой антенной 103 и со второй антенной

105. За счет этого направленная передача цифровых данных между воздушным судном в полете и первой наземной станцией (не показана) может быть обеспечена в прямой радиосистеме земля-воздух.

В зависимости от типа воздушного судна, антенны 103 и 105 могут быть установлены перед крыльями или позади них, или даже на самих крыльях или стабилизаторах, чтобы свести к минимуму пустые области между компонентами воздушного судна.

В этой схеме расположения в правой части на фиг.2 показано, что первая антенна 103 расположена под углом " α " к внешней части фюзеляжа, причем указанный угол составляет около 260° . В отличие от этого, вторая антенна 105 расположена под углом " α ", который составляет около 100° .

Так как две антенны 103 и 105 представляют собой направленные антенны, они не создают электромагнитное излучение во всех направлениях пространства, и, таким образом, обеспечивают коэффициент усиления антенны, который зависит от направления приема. Таким образом, сигналы от передатчиков, расположенных вне направления главного луча двух антенн, преимущественно подавляются, в результате чего повышается пропускная способность канала передачи на наземную станцию. Следует ясно указать, что множество воздушных судов также могут иметь доступ к наземным станциям с использованием одной и той же частоты, выделенной для системы.

На фиг.3 показана система 300 связи для направленной передачи цифровых данных между воздушным судном 100 и первой наземной станцией 102. В этой схеме расположения показаны первый блок 101 цифрового передатчика на воздушном судне и второй блок 301 цифрового передатчика на первой наземной станции. Первый блок цифрового передатчика содержит первую антенну 103 (не показана), а второй блок цифрового передатчика содержит третью антенну 303. В этой схеме расположения первая антенна 103 выполнена как направленная антенна. Третья антенна 303 может быть выполнена как изотропный излучатель, что позволяет иметь комбинацию, которая содержит кругонаправленный излучатель и направленную антенны. Однако эти антенны обе могут быть выполнены как направленные антенны. Более того, блоки цифровых передатчиков служат для передачи цифровых данных непосредственно между воздушным судном и первой наземной станцией.

В этой схеме расположения на фиг.3 дополнительно показано, что за счет согласования лепестка 304 передачи первой антенны может быть обеспечено оптимальное облучение дальней зоны и ближней зоны. В этой схеме расположения показаны три различных состояния 311, 312, 313 воздушного судна вдоль линии 302 полета, причем кроме первой наземной станции дополнительные наземные станции 305 и 308 наводятся по лучу при помощи блока 101 цифрового передатчика на воздушном судне, и происходит обмен соответствующими цифровыми данными. В этой схеме расположения имеет место процесс переключения между тремя различными состояниями воздушного судна 100. Другими словами, на фиг.3 показано согласование лепестка передачи при помощи блока управления (не показан), которое обеспечивает направление главного луча антенны 103 в каждом случае на соответствующую наземную станцию 102, 305 или 308. Аналогично, такой процесс управления лучом может быть использован на соответствующей наземной станции, так чтобы антенный лепесток соответствующей антенны (303, 307 или 310) наземной станции оставался направленным на воздушное судно 100.

В этой схеме расположения на фиг.3 показано, что лепесток передачи и/или лепесток приема направленной антенны, при использовании этого способа передачи цифровых данных, может быть адаптирован таким образом, что форма облучаемой зоны будет

оптимально адаптирована к данной структуре сети, содержащей наземные станции. Более того, могут быть облучены различные ближние зоны и дальние зоны. При выборе наземной станции в качестве следующего партнера связи или блока, обслуживающего воздушное судно, может быть использован механизм, который выбирает наземную станцию с лучшей комбинацией интервала переключения, влияния доплеровского эффекта, потери сигнала, взаимного влияния и имеющейся ширины полосы пропускания.

Другими словами, на фиг.3 схематично показано, как адаптирован лепесток передачи направленной антенны на основании по меньшей мере одного из двух параметров линии полета воздушного судна и положения наземной станции.

На фиг.4 показано поперечное сечение воздушного судна 100, которое содержит фюзеляж 104. В этой схеме расположения, аналогично показанному на фиг.2, использована зеркально-симметричная установка двух направленных антенн 103 и 105. В этой схеме расположения показаны верхний критический угол 400 и нижний критический угол 401 лепестков передачи двух антенн. За счет того, что эти антенны представляют собой направленные антенны, и за счет избирательного совмещения антенн, возникает не облученная зона 402, которая идет на земле вдоль линии 302 полета воздушного судна. Более того, показано направление главного луча 403. Это обеспечивает преимущество, связанное с тем, что скорость изменения угла во время горизонтального сопровождения воздушного судна при помощи лепестка передачи третьей антенны первой наземной станции не превосходит заданного максимального значения. Эта специфическая характеристика способа, в свою очередь, обеспечивает положительный эффект, позволяющий использовать упрощенные механизмы управления лучом для первой наземной станции.

На фиг.5 показана система 300 связи с воздушным судном 100, которая при помощи способа в соответствии с настоящим изобретением одновременно производит обмен информацией с двумя наземными станциями 102 и 500. На фиг.5 схематично показана зона 402, которая не может быть облучена или которая может быть облучена только в некоторой степени, причем указанная зона 402 идет вдоль линии 302 полета под воздушным судном 100. Эта зона заканчивается на расстоянии 503 от направления полета. Это расстояние одновременно определяет ближнее положение, при котором начинается облученная зона. Эта зона, в свою очередь, заканчивается в этом варианте осуществления дальним положением, которое определено расстоянием 504. Само собой разумеется, что в этой схеме расположения возможно также, если это необходимо, облучать зоны различных размеров и форм с правой стороны и с левой стороны от линии полета при помощи антенн воздушного судна.

На фиг.6 показана система 300 связи, в которой три воздушных судна 100, 600 и 601 одновременно поддерживают связь с двумя наземными станциями и в соответствии с примерным вариантом осуществления изобретения используют способ направленной передачи цифровых данных. В этой схеме расположения при помощи направленных антенн передают цифровые данные непосредственно между воздушным судном и наземной станцией, причем соответствующие лепестки передачи направленных антенн адаптированы на основании текущей линии полета воздушного судна. Это имеет место по меньшей мере по отношению одного из параметров, выбранных из группы, в которую входят скорость полета воздушного судна, влияние по меньшей мере одного доплеровского сдвига, потеря сигнала, взаимное влияние и имеющаяся ширина полосы пропускания.

На фиг.7 показан самолет, на котором показаны различные места 700-706 установки направленной антенны, для обеспечения описанных здесь выше преимуществ настоящего

изобретения. Например, направленная первая антенна 103 может быть расположена в боковом положении 700 и 704 на фюзеляже 104 самолета. Вместе с этим или вместо этого возможно размещение антенны на гондоле 701 двигателя, на крыле 702, на основании обтекателя 703, на вертикальном стабилизаторе 705 и/или на горизонтальном стабилизаторе 706.

На фиг.8 показана схема последовательности операций способа. В этой схеме расположения способ содержит первую операцию S1 использования первой и второй направленных антенн для воздушного судна и третьей антенны для первой наземной станции. Кроме этого способ содержит вторую операцию S2 передачи цифровых данных непосредственно между воздушным судном и первой наземной станцией.

Кроме того, следует иметь в виду, что использованное в тексте описания настоящего изобретения слово "содержит" и его производные не исключают использования других элементов или операций, а использование единственного числа не исключает использования множества элементов. Кроме того, следует иметь в виду, что признаки или операции, описанные со ссылкой на один из приведенных выше примерных вариантов осуществления, применимы также в комбинации с другими признаками или операциями других описанных выше примерных вариантов осуществления. Кроме того, позиционные обозначения в формуле изобретения не следует понимать как ограничительные.

Формула изобретения

1. Способ направленной передачи цифровых данных между воздушным судном (100) и по меньшей мере одной наземной станцией (102) при помощи прямой радиосистемы земля-воздух, включающий в себя следующие операции:

использование первой антенны (103) и второй антенны (105) для воздушного судна (100), которые выполнены как направленные антенны (103, 105);

при этом первая антенна (103) и вторая антенна (105) расположены в зеркальной симметрии относительно оси (107) зеркала посередине фюзеляжа (104) воздушного судна (100);

использование третьей антенны (303) для первой наземной станции (102) и передача цифровых данных непосредственно между воздушным судном (100) и первой наземной станцией (102).

2. Способ по п.1, в котором третья антенна (303) выполнена как направленная антенна.

3. Способ по п.1, который дополнительно включает в себя следующую операцию: согласование лепестка передачи направленной антенны на основании по меньшей мере одного из двух параметров линии полета воздушного судна и положения наземной станции.

4. Способ по п.3,

в котором согласование лепестка передачи осуществляют при помощи алгоритма; причем согласование производят на основании по меньшей мере одного параметра, выбранного из группы, в которую входят: скорость полета воздушного судна, влияние по меньшей мере одного доплеровского сдвига, потеря сигнала, взаимное влияние между различными участниками в радиосистеме, и имеющаяся ширина полосы пропускания.

5. Способ по п.3 или 4, который дополнительно включает в себя следующую операцию:

согласование лепестков передачи первой и третьей антенн;

причем согласование производят так, что когда воздушное судно находится в полете, направление главного луча первой антенны воздушного судна остается наведенным на первую наземную станцию, и одновременно направление главного луча второй антенны первой наземной станции остается наведенным на воздушное судно.

5 6. Способ по п.5, который дополнительно включает в себя следующую операцию:
пространственная центровка направленной антенны на воздушном судне;
причем пространственную центровку осуществляют таким образом, что возникает зона (402), которая не облучается при помощи лепестка передачи направленной антенны, причем указанная зона (402) идет на земле вдоль линия полета воздушного судна.

10 7. Способ по п.1, в котором первая и вторая антенны, соответственно, расположены у места установки на воздушном судне, выбранном из группы, в которую входят: место сбоку у фюзеляжа воздушного судна; у вертикального стабилизатора; у горизонтального стабилизатора; у крыла; у гондолы двигателя и у основания обтекателя, который аэродинамически закрывает переход между аэродинамическим профилем и фюзеляжем
15 воздушного судна.

8. Способ по п.1, который дополнительно включает в себя следующие операции:
прием сигнала от первой наземной станции при помощи первой антенны;
прием дополнительного сигнала по меньшей мере от одной второй наземной станции при помощи первой антенны;

20 выбор одной из двух наземных станций при помощи блока выбора воздушного судна, для передачи цифровых данных на основании по меньшей мере одного параметра, выбранного из группы, в которую входят: интервал переключения; влияние по меньшей мере одного доплеровского сдвига; потеря сигнала; взаимное влияние и имеющаяся ширина полосы пропускания.

25 9. Способ по п.1, который дополнительно включает в себя следующую операцию:
проведение процесса переключения между первой наземной станцией и второй наземной станцией.

10. Способ по одному из пп.1-9, который дополнительно включает в себя следующую операцию:

30 согласование лепестка передачи первой антенны со второй наземной станцией во время и/или после указанного процесса переключения.

11. Воздушное судно (100), которое содержит блок (101) цифрового передатчика для направленной передачи цифровых данных между воздушным судном в полете и по меньшей мере одной первой наземной станцией (102) в прямой радиосистеме земля-
35 воздух, причем блок цифрового передатчика содержит:

первую антенну (103) и вторую антенну (105) по меньшей мере для излучения сигналов для передачи цифровых данных непосредственно на наземную станцию;

причем первая антенна и вторая антенна выполнены как направленные антенны;

при этом первая антенна (103) выполнена с возможностью закрепления в месте
40 установки, выбранном из группы, в которую входят: место сбоку на фюзеляже (104) воздушного судна; на вертикальном стабилизаторе (705); на горизонтальном стабилизаторе (706); на крыле (702); на гондole двигателя (701) и на основании обтекателя (703), который аэродинамически закрывает переход между аэродинамическим профилем и фюзеляжем воздушного судна;

45 причем вторая антенна расположена зеркально-симметричным образом (106) по отношению к первой антенне, относительно оси (107) зеркала, расположенной посередине фюзеляжа.

12. Воздушное судно по п.11,

причем фюзеляж воздушного судна содержит зону (108), обращенную к небу, и зону (109), обращенную к земле;

при этом первая антенна расположена на фюзеляже воздушного судна под углом α (110) относительно поверхности (111), нормальной к обращенной к небу зоне, причем
 5 указанный угол α выбран из группы, в которую входят: $80^\circ \leq \alpha \leq 145^\circ$; $95^\circ \leq \alpha \leq 165^\circ$; $100^\circ \leq \alpha \leq 155^\circ$; $105^\circ \leq \alpha \leq 140^\circ$; $115^\circ \leq \alpha \leq 130^\circ$; $280^\circ \leq \alpha \leq 185^\circ$; $265^\circ \leq \alpha \leq 195^\circ$; $260^\circ \leq \alpha \leq 205^\circ$; $255^\circ \leq \alpha \leq 220^\circ$ и $245^\circ \leq \alpha \leq 230^\circ$.

13. Воздушное судно по п.11 или 12, в котором блок передатчика дополнительно содержит:

10 электрический блок (112) управления для согласования лепестка (304) передачи первой антенны на основании линии (302) полета воздушного судна.

14. Воздушное судно по п.13, в котором блок передатчика дополнительно содержит: запоминающее устройство (113);

15 причем в запоминающем устройстве хранится по меньшей мере один первый алгоритм, при помощи которого блок управления осуществляет согласование лепестка передачи, или хранится второй алгоритм, при помощи которого блок управления осуществляет процесс переключения.

15. Система (300) связи для направленной передачи цифровых данных между воздушным судном (100) и по меньшей мере одной наземной станцией (102), содержащая:
 20 первый блок (101) цифрового передатчика на воздушном судне, который содержит: первую антенну (103) и вторую антенну (105), по меньшей мере для излучения сигналов для передачи цифровых данных непосредственно на наземную станцию; причем первая и вторая антенны выполнены как направленные антенны;

при этом первая антенна (103) выполнена с возможностью закрепления в месте
 25 установки, выбранном из группы, в которую входят: место сбоку у фюзеляжа (104) воздушного судна, у вертикального стабилизатора (705), у горизонтального стабилизатора (706), у крыла (702), у гондолы двигателя (701) и у основания обтекателя (703), который аэродинамически закрывает переход между аэродинамическим профилем и фюзеляжем воздушного судна;

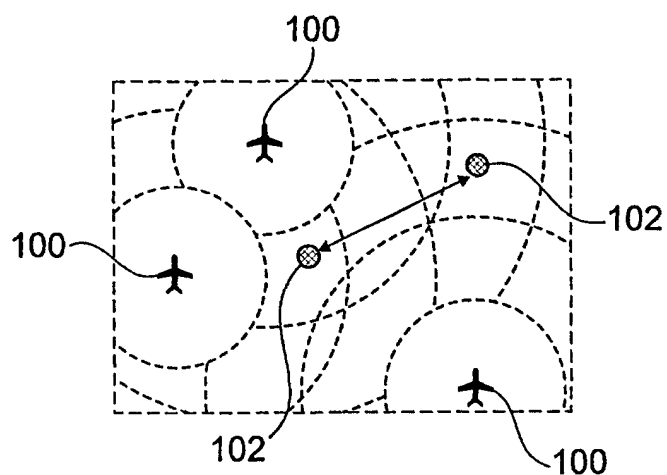
30 причем вторая антенна расположена в зеркальной симметрии (106) к первой антенне относительно оси (107) зеркала посередине фюзеляжа;

при этом второй блок (301) цифрового передатчика на первой наземной станции содержит третью антенну (303);

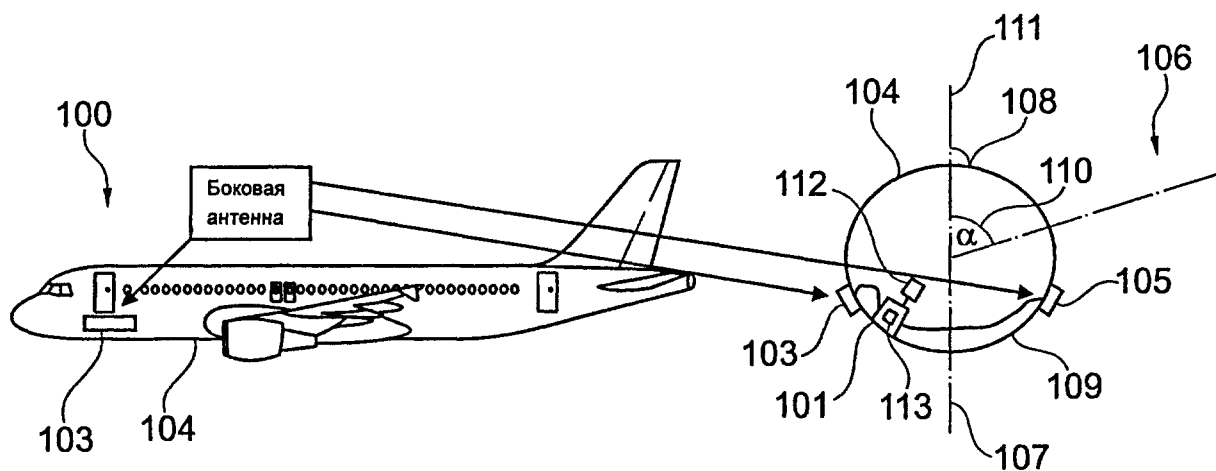
35 причем блоки передатчиков выполнены так, чтобы передавать цифровые данные непосредственно между воздушным судном и первой наземной станцией.

40

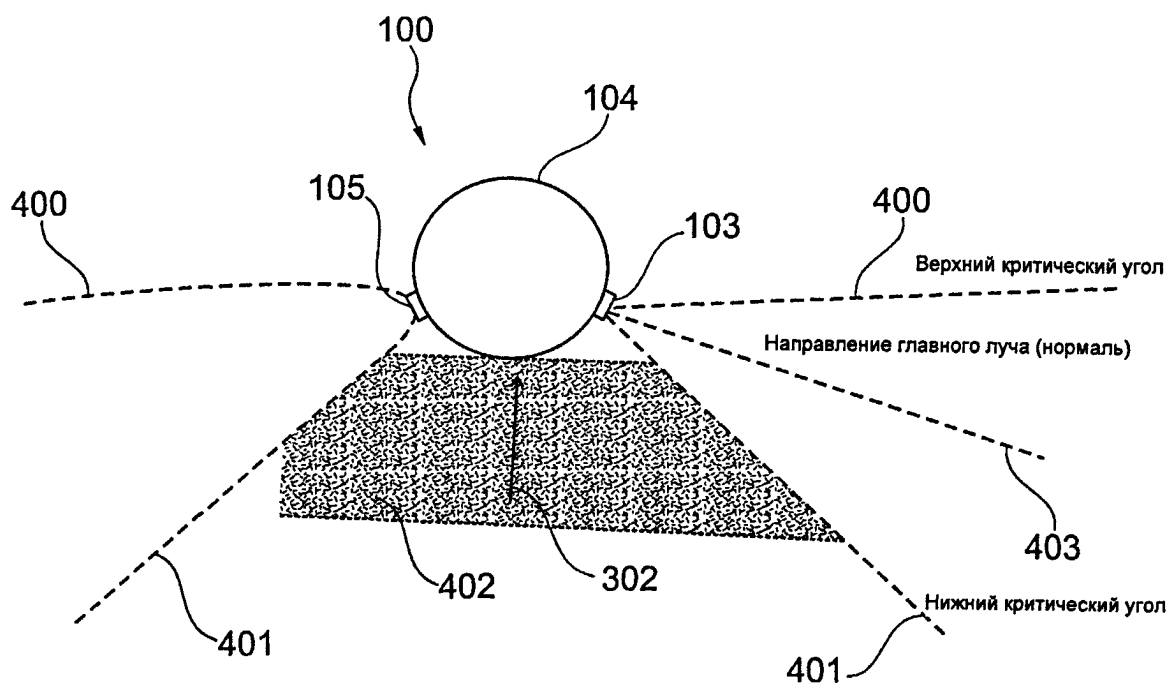
45



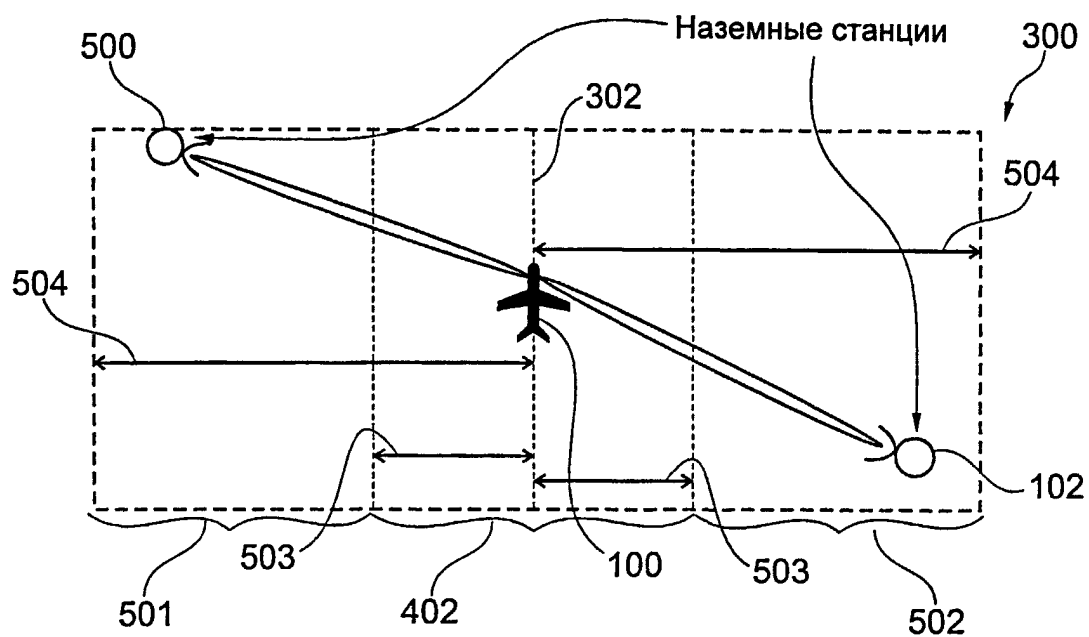
ФИГ. 1



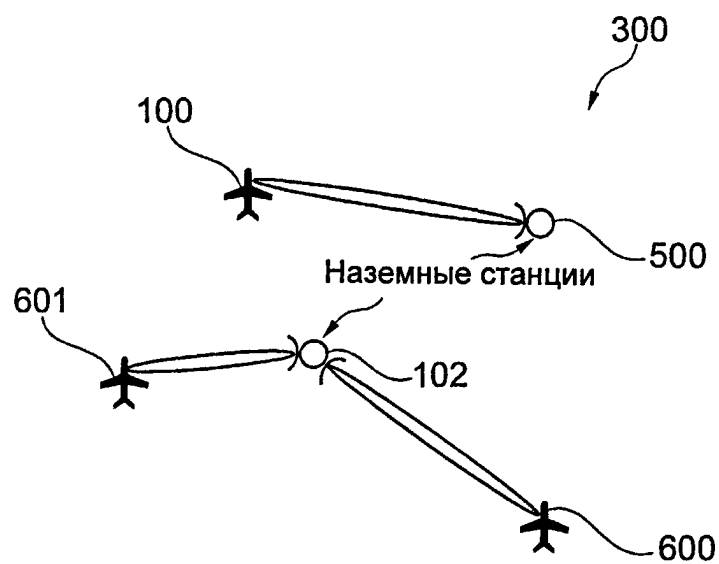
ФИГ. 2



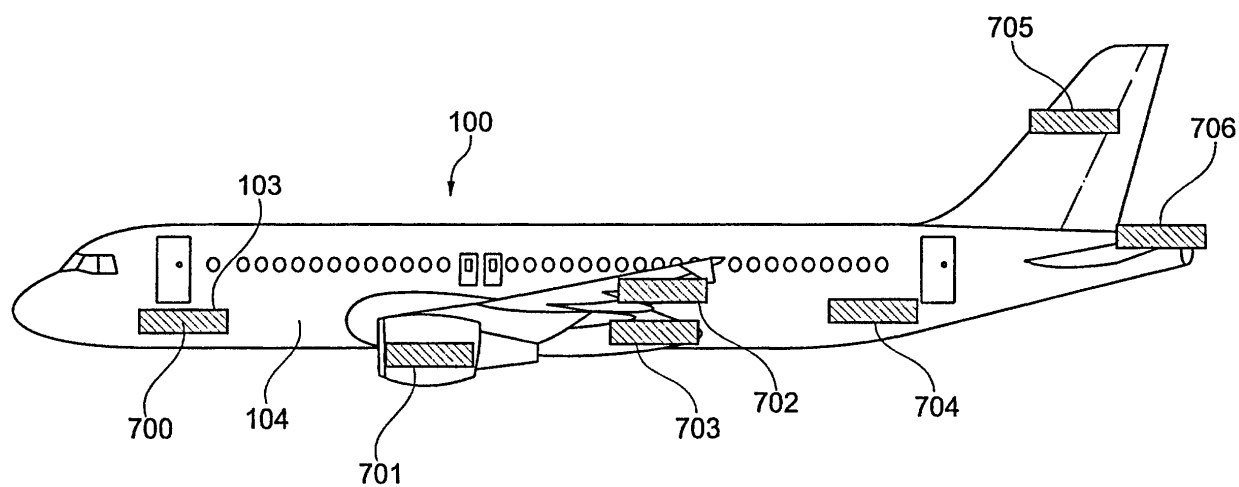
ФИГ. 4



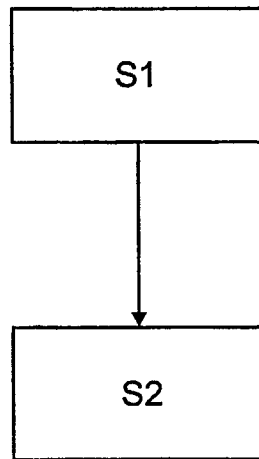
ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7



ФИГ. 8