



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014138739/07, 26.09.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.09.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.09.2014

(45) Опубликовано: 10.10.2015 Бюл. № 28

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 5008679 A1.04.1991 . RU 2419252 C2, 20.05.2011 . RU 2494531 C1, 27.09.2013 .  
ОСИПОВ А. С. Военно-техническая подготовка. Военно-технические основы построения средств и комплексов РЭП, Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013, с.35,43.  
РАДЗИЕВСКИЙ В.Г. Сетецентрическая пространственно распределенная система на основе малогабаритных модулей разведки и помех, ж.Радиотехника, №6 июнь 2012, с.4-11

Адрес для переписки:

111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53, ОАО  
"Российские космические системы"

(72) Автор(ы):

Ватугин Владимир Михайлович (RU),  
Поляков Александр Викторович (RU),  
Четыркин Иван Вениаминович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество  
"Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем" (ОАО "Российские космические системы") (RU)

**(54) СИСТЕМА РАДИОПОДАВЛЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДУПЛЕКСНОГО КАНАЛА КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области радиотехники и может быть использовано для избирательного радиоподавления несанкционированных дуплексных каналов связи космических систем, в частности для радиоподавления дуплексных каналов «пиратских» терминалов, работающих в спутниковых сетях связи и использующих их частотно-энергетические ресурсы. Техническим результатом изобретения является повышение эффективности и быстродействия

радиоподавления несанкционированных дуплексных каналов космической связи без использования бортовых ретрансляторов. Система радиоподавления несанкционированного дуплексного канала космической связи включает, в том числе, наземный приемо-передающий терминал, включающий источник радиосигнала несанкционированного канала, тропосферную приемо-передающую станцию и приемо-передающую станцию. 1 ил.

RU 2 564 535 C1

RU 2 564 535 C1

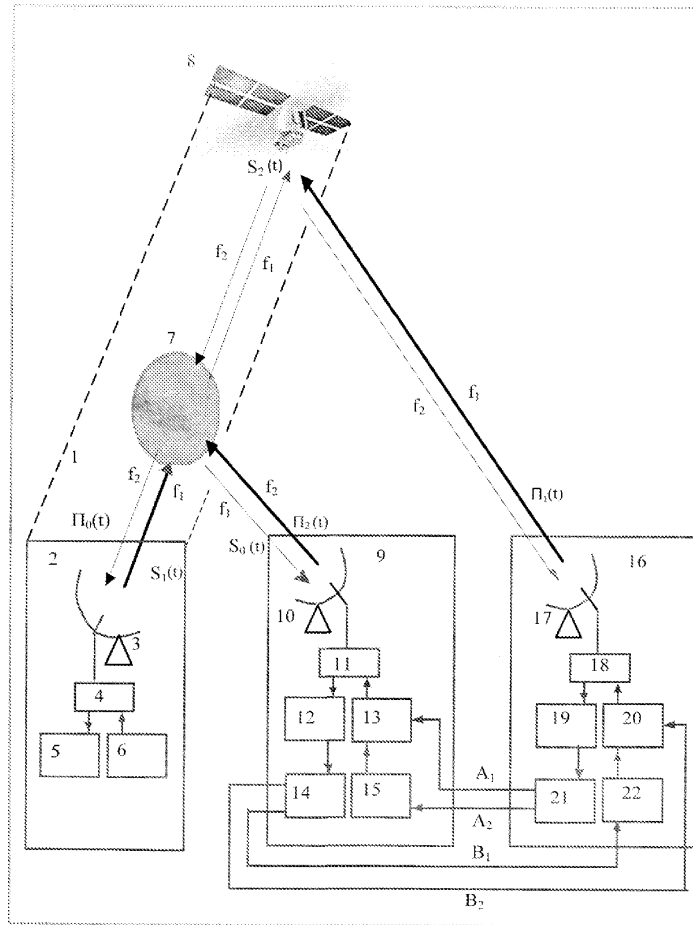


Схема системы радиоподавления несанкционированных дуплексных каналов космической связи

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014138739/07, 26.09.2014

(24) Effective date for property rights:  
26.09.2014

Priority:

(22) Date of filing: 26.09.2014

(45) Date of publication: 10.10.2015 Bull. № 28

Mail address:

111250, Moskva, ul. Aviamotornaya, d. 53

(72) Inventor(s):

Vatutin Vladimir Mikhajlovich (RU),  
Polyakov Aleksandr Viktorovich (RU),  
Chetyrkin Ivan Veniaminovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Joint Stock Company "Russian Space System"  
(JSC "RSS") (RU)

(54) **UNAUTHORISED DUPLEX SPACE COMMUNICATION CHANNEL RADIO SUPPRESSION SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: unauthorised duplex space communication channel radio suppression system comprises, including, the ground transceiving terminal comprising the unauthorised channel radio signal source, tropospheric transceiving station and transceiving station.

EFFECT: increase of efficiency and rate of radio suppression of unauthorised duplex space communication channels without use of onboard repeaters.

1 dwg

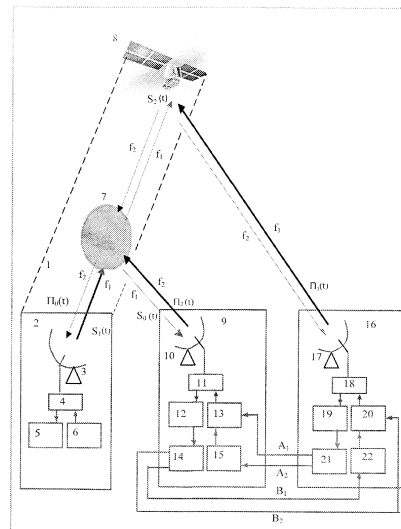


Схема системы радиоподавления несанкционированных дуплексных каналов космической связи

Фиг. 1

RU 2 564 535 C1

RU 2 564 535 C1

Изобретение относится к области радиотехники и может быть использовано для избирательного радиоподавления несанкционированных дуплексных каналов связи космических систем, в частности для радиоподавления дуплексных каналов «пиратских» терминалов, работающих в спутниковых сетях связи и использующих их частотно-энергетические ресурсы.

В связи с ростом спутниковых систем значительно расширяется объем предоставляемых услуг пользователям, и несанкционированная работа «пиратских» терминалов ведет к значительным убыткам операторам и пользователям космических систем [1].

Из уровня техники известна система радиоподавления дуплексных каналов связи «пиратских» терминалов сотовой сети с использованием базовой станции. При этом обеспечивается радиоподавление несанкционированных каналов «пиратских» терминалов со структурой, соответствующей стандарту работы сотовой сети (см. патент Российской Федерации на изобретение RU 2149512 от 04.02.1999, Н04К 3/00, опубл.20.05.2000).

Система включает в себя приемопередатчик несанкционированных дуплексных каналов связи, а также приемо-передающую базовую станцию сотовой сети, содержащую аппаратуру обнаружения и анализа параметров радиосигналов дуплексных каналов, блок обработки служебной информации, формирователь помех и передатчик помех. Параметры помех устанавливаются с использованием выделенной служебной информации сотовой сети. При этом система обеспечивает избирательное радиоподавление дуплексных каналов связи, структура которых известна и соответствует протоколу функционирования сети.

Недостатком системы является то, что отсутствует возможность радиоподавления несанкционированных дуплексных каналов связи космических систем с произвольной структурой.

Из уровня техники известна система радиоподавления дуплексных каналов «пиратских» терминалов, работающих в спутниковых сетях связи в соответствии с протоколом функционирования сети, использующих бортовой ретранслятор и наземную базовую приемо-передающую станцию для осуществления анализа канальных ретранслированных радиосигналов и формирование помех [1].

Недостатком данной системы является необходимость осуществлять на борту КА линейную ретрансляцию радиосигналов дуплексных каналов с излучением на базовую приемо-передающую станцию для их анализа и формирования помех, что приводит к увеличению временных задержек в определении параметров радиосигналов и в формировании помех. Поскольку линейные ретрансляторы используются только в системах связи, применение известного способа функционально ограничено.

Техническим результатом заявленного изобретения является повышение эффективности и быстродействия радиоподавления несанкционированных дуплексных каналов космической связи без использования бортовых ретрансляторов.

Технический результат заявленного изобретения достигается тем, что система радиоподавления несанкционированного дуплексного канала космической связи включает:

- наземный приемо-передающий терминал, включающий в себя источник радиосигнала несанкционированного канала, приемник и приемо-передающую антенну, излучающую на частоте  $f_1$  радиосигнал несанкционированного канала в направлении космического аппарата через локальную область тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала и обеспечивающую прием

радиосигнала несанкционированного канала на частоте  $f_2$ , излучаемого космическим аппаратом в направлении наземного приемо-передающего терминала через локальную область тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала, причем выход источника радиосигнала несанкционированного канала и вход

5 приемника соответственно через дуплексер подключены к приемо-передающей антенне;

- тропосферную приемо-передающую станцию, включающую в себя последовательно соединенные формирователь помех и передатчик помех, настроенный на частоту  $f_2$

излучения космического аппарата, а также последовательно соединенные приемник отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала, настроенный на частоту  $f_1$  излучения

10 наземного приемо-передающего терминала, и устройство обработки, выделяющее параметры отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала, причем выход передатчика помех и вход приемника отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала через дуплексер подключены к приемо-

15 передающей антенне тропосферной приемо-передающей станции соответственно, наведенной на локальную область тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала приемо-передающей станции;

20 - приемо-передающую станцию, включающую в себя последовательно соединенные устройство формирования помех и передатчик помех, частота которого устанавливается в соответствии с частотой  $f_1$  излучения источника радиосигнала несанкционированного канала, и последовательно соединенные приемник, настроенный на частоту  $f_2$  излучения космического аппарата, и устройство обработки, выделяющее параметры радиосигнала несанкционированного канала, излучаемого космическим аппаратом на частоте  $f_2$ ,

25 причем выход передатчика помех и вход приемника через дуплексер подключены соответственно к приемо-передающей антенне приемо-передающей станции, наведенной на космический аппарат;

30 - при этом один выход устройства обработки, выделяющее параметры отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала тропосферной приемо-передающей станции, соединен по линии связи со входом формирователя помех приемо-передающей станции, второй выход - со входом управления передатчика помех приемо-передающей станции, а один выход устройства обработки, выделяющего параметры отраженного от локальной

35 области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала приемо-передающей станции, соединен со входом формирователя помех тропосферной приемо-передающей станции, второй выход - со входом управления передатчика помех тропосферной приемо-передающей станции.

40 Признаки и сущность заявленного изобретения поясняются в последующем детальном описании, иллюстрируемом чертежом.

На фиг. 1 представлена схема системы радиоподавления несанкционированных дуплексных каналов космической связи, где показано следующее:

- космическая радиолиния дуплексной связи;
- наземный приемо-передающий терминал (НППТ);
- 45 - приемо-передающая антенна НППТ;
- дуплексер НППТ;
- приемник НППТ;
- источник радиосигнала несанкционированного канала НППТ;

- локальная область тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала;
- космический аппарат;
- тропосферная приемо-передающая станция (ТППС);
- 5 - приемо-передающая антенна ТППС;
- дуплексер ТППС;
- приемник ТППС;
- передатчик помех ТППС;
- устройство обработки, выделяющее параметры отраженного радиосигнала несанкционированного канала;
- 10 - формирователь помех ТППС;
- приемо-передающие станции (ППС);
- антенна ППС;
- дуплексер ППС;
- 15 - приемник ППС;
- передатчик помех ППС;
- устройство обработки, выделяющее параметры радиосигнала несанкционированного дуплексного канала, излучаемого КА;
- формирователь помех ППС.

20 Система радиоподавления несанкционированного дуплексного канала космической связи работает следующим образом.

Приемо-передающая антенна (3) наземного приемо-передающего терминала (2) излучает радиосигнал  $S_1(t)$  несанкционированного канала с несущей частотой  $f_1$  в направлении космического аппарата (3). При распространении в тропосфере радиосигнал  $S_1(t)$  несанкционированного канала проходит через среду с локальной областью (7) интенсивного рассеивания в тропосфере. В результате рассеивания формируется отраженный от локальной области (7) интенсивного рассеивания в тропосфере радиосигнал  $S_0(t)$  несанкционированного канала. При наведении приемо-передающей антенны (10) тропосферной приемо-передающей станции (9) на локальную область (7) интенсивного рассеивания в тропосфере отраженный от локальной области (7) радиосигнал  $S_0(t)$  несанкционированного канала принимается приемо-передающей антенной (10) тропосферной приемо-передающей станции и поступает через дуплексер (11) на вход приемника (12) тропосферной приемо-передающей станции (9), настроенного на несущую частоту  $f_1$ . Принятый отраженный радиосигнал  $S_0(t)$  несанкционированного канала после преобразования по частоте и фильтрации в приемнике (12) поступает на устройство обработки (14), выделяющее параметры отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала. Устройство обработки (14), выделяющее параметры отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала, имеет два выхода, на одном из них, соединенном со входом управления передатчика помех (20) приемо-передающей станции (16), выделяются параметры  $B_1(t)$  моментов начала и конца излучения и значение несущей частоты  $f_1$  отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала  $S_0(t)$  несанкционированного канала, а на другом выходе выделяются модулирующие параметры  $B_2(t)$  отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала, поступающие на вход

формирователя помех (22) приемо-передающей станции (16), выход которого соединен с модулирующим входом передатчика помех (20). Сформированный в передатчике помех (20) помеховый радиосигнал поступает через дуплексер на приемо-передающую антенну (16) и излучается в направлении на космический аппарат (8). Таким образом, на входе космического аппарата присутствует радиосигнал несанкционированного канала наземного приемо-передающего терминала (2) и помеховый радиосигнал, синхронизированный с минимальной временной задержкой относительно времени излучения радиосигнала наземного приемо-передающего терминала (2). За счет повышенного уровня мощности, излучаемого приемо-передающей станцией (16), обеспечивается превышение уровня помехового радиосигнала на входе космического аппарата (8) по отношению к уровню радиосигнала несанкционированного канала, излучаемого наземным приемо-передающим терминалом (2). Повышенная эффективность подавления радиосигнала несанкционированного канала обеспечивается также за счет минимальной величины временной задержки между помеховым радиосигналом и радиосигналом, излучаемым наземным приемо-передающим терминалом (2), а также за счет согласования модулирующих параметров помехового радиосигнала и радиосигнала несанкционированного канала.

В режиме дуплексной связи космический аппарат (8) излучает радиосигнал  $S_2(t)$  дуплексного несанкционированного канала в направлении наземного приемо-передающего терминала (2) на частоте  $f_2$ . Излучаемый космическим аппаратом радиосигнал  $S_2(t)$  дуплексного несанкционированного канала поступает на приемо-передающую антенну (3) наземного приемо-передающего терминала (2) через локальную область (7) тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала дуплексного несанкционированного канала, а также на приемо-передающую антенну (17) приемо-передающей станции (16). Принятый радиосигнал с приемо-передающей антенны (17) через последовательно соединенные дуплексер (18) и приемник (19) поступает на устройство обработки (21), выделяющее параметры радиосигнала дуплексного несанкционированного канала, излучаемого космическим аппаратом (8). Устройство обработки (21), выделяющее параметры радиосигнала дуплексного несанкционированного канала, имеет два выхода, на одном из них, соединенном со входом управления передатчика помех (13) тропосферной приемо-передающей станции (9), выделяются параметры  $A_1(t)$  моментов начала и конца излучения КА и значение частоты  $f_2$  радиосигнала дуплексного несанкционированного канала, а на другом выходе выделяются модулирующие параметры  $A_2(t)$  радиосигнала дуплексного несанкционированного канала, поступающие на вход формирователя помех (15) тропосферной приемо-передающей станции (9), выход которого соединен с модулирующим входом передатчика помех (13) тропосферной приемо-передающей станции (9). Сформированный в передатчике помех (13) тропосферной приемо-передающей станции (9) помеховый радиосигнал поступает через дуплексер (11) на приемо-передающую антенну (10), которая излучает помеховый радиосигнал  $P_2(t)$  в направлении на локальную область тропосферы (7) с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала, где формируется отраженный помеховый радиосигнал  $P_0(t)$  в направлении наземного приемо-передающего терминала (2). В результате в направлении наземного приемо-передающего терминала (2) присутствует наряду с радиосигналом дуплексного канала, излучаемым космическим аппаратом (8), отраженный помеховый радиосигнал  $P_0(t)$ , возникающий от воздействия излучения

тропосферной приемо-передающей станции (9). Для повышения эффективности системы радиоподавления параметры помехового радиосигнала, излучаемые тропосферной приемо-передающей станцией (9), согласованы с параметрами радиосигнала несанкционированного дуплексного канала, излучаемого космическим аппаратом (8).

5 Таким образом, на входе наземного приемо-передающего терминала (2) присутствует радиосигнал несанкционированного дуплексного канала, излучаемого космическим аппаратом, и отраженный синхронизированный помеховый радиосигнал  $P_0(t)$  с минимальной временной задержкой относительно времени излучения радиосигнала космического аппарата (8) и с согласованными модулирующими параметрами радиосигнала дуплексного несанкционированного канала, излучаемого космическим аппаратом (8). За счет повышенного уровня мощности радиосигнала, излучаемого тропосферной приемо-передающей станцией (9), обеспечивается превышение уровня помехового радиосигнала на входе космического аппарата (8) по отношению к уровню радиосигнала несанкционированного канала, излучаемого космическим аппаратом (8).

15 В заявленной системе величина минимальной временной задержки  $T_3$  помеховых радиосигналов в дуплексных каналах, излучаемых тропосферной приемо-передающей станцией (9) и приемо-передающей станцией (16), относительно радиосигналов несанкционированных дуплексных каналов, излучаемых космическим аппаратом (8) и наземным приемо-передающим терминалом (2), определяется дальностью  $D$  от тропосферной приемо-передающей станции (9) до локальной области тропосферы (7) с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала и может быть найдена по формуле:

$$25 \quad T_3 = D/c, \quad (1)$$

где  $c$  - скорость света.

При  $D=300$  км величина временной задержки для несанкционированных дуплексных каналов составит в заявленной системе 1 мс. В известных системах радиоподавления несанкционированных дуплексных каналов минимальная величина временной задержки определяется временем распространения сигнала от космического аппарата на стационарной орбите до Земли, что составляет 125 мс, т.е. в заявленной системе величина временной задержки по каждому несанкционированному дуплексному каналу в 100 раз меньше, чем в известных.

35 Эффективность радиоподавления дуплексного несанкционированного канала, излучаемого космическим аппаратом (8) в направлении наземного приемо-передающего терминала (2), может быть определена по отношению мощности отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала помехового сигнала  $P_0(t)$  к мощности радиосигнала несанкционированного канала, излучаемого космическим аппаратом (8), и вычислена по формуле:

$$40 \quad P_{\Pi}/P_c = P_{3-6} \text{ (дБ)} + S_{3-6} \text{ (дБ)} + L_{3-6} \text{ (дБ)} - L_{\text{отр}} \text{ (дБ)}, \quad (2)$$

где

$P_{3-6}$  - отношение мощностей передатчика помех (13) тропосферной приемо-передающей станции (9) и сигнала бортового передатчика космического аппарата (8);

45  $S_{3-6}$  - отношение эффективных площадей приемо-передающих антенн тропосферной приемо-передающей станции (9) и космического аппарата (8);

$L_{3-6}$  - отношение квадратов дальностей до локальной области тропосферы (7) с



интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала от космического аппарата (8) и от тропосферной приемо-передающей станции (9);

$L_{отр}$  - потери отражения в локальной области тропосферы (7) интенсивного рассеивания радиосигнала несанкционированного канала.

5 При  $P_{3-6}=30$  дБ,  $S_{3-6}=30$  дБ,  $L_{3-6}=20$  дБ,  $L_{отр}=50$  дБ отношение мощности отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного дуплексного канала помехового радиосигнала  $\Pi_0(t)$  к мощности радиосигнала несанкционированного дуплексного канала, излучаемого космическим  
10 аппаратом, равно:  $P_{п}/P_{с}=30$  дБ, что обеспечивает полное радиоподавление несанкционированного дуплексного канала, излучаемого КА в направлении наземного приемо-передающего терминала.

Заявленная система обеспечивает радиоподавление несанкционированных дуплексных каналов, организованных между космическим аппаратом и наземным приемо-  
15 передающим терминалом, при использовании двух приемо-передающих станций: приемо-передающей тропосферной станции, в работе которой используется эффект возникновения отраженных в локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигналов несанкционированных дуплексных каналов, а также приемо-передающей станции, осуществляющей прием радиосигналов  
20 несанкционированных дуплексных каналов, излучаемых КА, и излучение помехового радиосигнала для несанкционированного канала, излучаемого наземным приемо-передающим терминалом.

Для реализации изобретения могут быть применены типовая приемо-передающая тропосферная станция и типовая приемо-передающая станция космической связи,  
25 работающие в диапазоне частот дуплексных каналов. При этом антенна тропосферной приемо-передающей станции должна быть наведена на локальную область интенсивного рассеивания сигналов несанкционированных дуплексных каналов, а антенна приемо-передающей станции - на космический аппарат.

Источники информации, принятые во внимание

30 1. Специальный выпуск. «Спутниковая связь и вещание», 2009 - [1].

#### Формула изобретения

Система радиоподавления несанкционированного дуплексного канала космической связи включает:

35 - наземный приемо-передающий терминал, включающий в себя источник радиосигнала несанкционированного канала, приемник и приемо-передающую антенну, излучающую на частоте  $f_1$  радиосигнал несанкционированного канала в направлении космического аппарата через локальную область тропосферы с интенсивным  
40 рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала и обеспечивающую прием радиосигнала несанкционированного канала на частоте  $f_2$ , излучаемого космическим аппаратом в направлении наземного приемо-передающего терминала через локальную область тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала, причем выход источника радиосигнала несанкционированного канала и вход приемника соответственно через дуплексер подключены к приемо-передающей антенне;  
45 - тропосферную приемо-передающую станцию, включающую в себя последовательно соединенные формирователь помех и передатчик помех, настроенный на частоту  $f_2$  излучения космического аппарата, а также последовательно соединенные приемник отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием

радиосигнала несанкционированного канала, настроенный на частоту  $f_1$  излучения наземного приемо-передающего терминала, и устройство обработки, выделяющее параметры отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала, причем выход передатчика помех и вход приемника отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала через дуплексер подключены к приемо-передающей антенне тропосферной приемо-передающей станции соответственно, наведенной на локальную область тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала приемо-передающей станции;

- приемо-передающую станцию, включающую в себя последовательно соединенные устройство формирования помех и передатчик помех, частота которого устанавливается в соответствии с частотой  $f_1$  излучения источника радиосигнала несанкционированного канала, и последовательно соединенные приемник, настроенный на частоту  $f_2$  излучения космического аппарата, и устройство обработки, выделяющее параметры радиосигнала несанкционированного канала, излучаемого космическим аппаратом на частоте  $f_2$ , причем выход передатчика помех и вход приемника через дуплексер подключены соответственно к приемо-передающей антенне приемо-передающей станции, наведенной на космический аппарат;

при этом один выход устройства обработки, выделяющего параметры отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала тропосферной приемо-передающей станции, соединен по линии связи со входом формирователя помех приемо-передающей станции, второй выход - со входом управления передатчика помех приемо-передающей станции, а один выход устройства обработки, выделяющего параметры отраженного от локальной области тропосферы с интенсивным рассеиванием радиосигнала несанкционированного канала приемо-передающей станции, соединен со входом формирователя помех тропосферной приемо-передающей станции, второй выход – со входом управления передатчика помех тропосферной приемо-передающей станции.