



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*H01Q 21/06 (2018.02)*

(21)(22) Заявка: 2017133822, 28.09.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.09.2017

Дата регистрации:  
29.05.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.09.2017

(45) Опубликовано: 29.05.2018 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

143900, Московская обл., г. Балашиха, ул.  
Фадеева, 4А, а/я 56, Мосиенко Сергей  
Александрович

(72) Автор(ы):

Мосиенко Сергей Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Мосиенко Сергей Александрович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 7508339 B1, 24.03.2009. RU  
170644 U1, 03.05.2017. US 6933885 B1,  
23.08.2005. US 6421000 B1, 16.07.2002.

(54) ПОМЕХОУСТОЙЧИВАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА

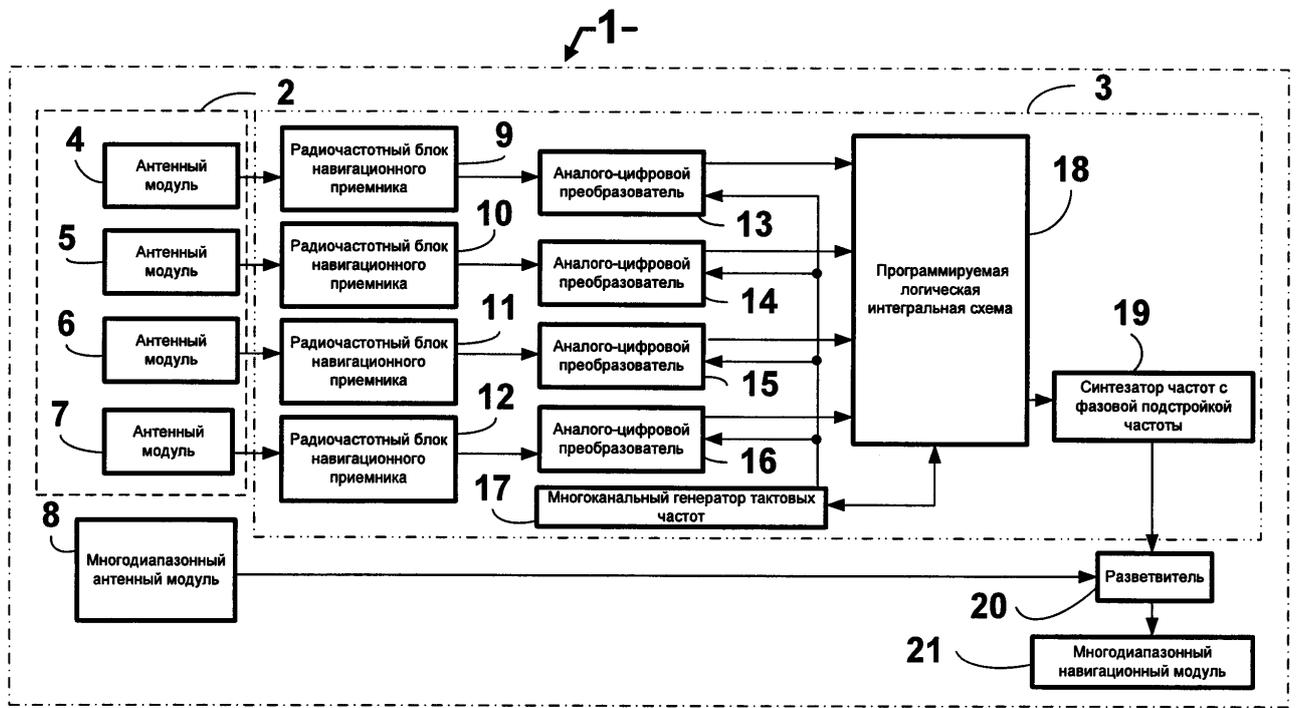
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области приборостроения, а именно к помехоустойчивой навигационной системе, которая может найти широкое применение для вооружения и военной техники. Технический результат заключается в повышении помехоустойчивости и как следствие, повышение точности определения местоположения вооружения и военной техники, перераспределения функций между элементами помехоустойчивой навигационной системы. Указанный технический результат достигается за счет того, что помехоустойчивая навигационная система содержит адаптивную

антенную решетку и блок обработки информации, первый, второй, третий и четвертый антенный модуль, многодиапазонный антенный модуль, первый, второй, третий и четвертый радиочастотный блок навигационного приемника, первый, второй, третий и четвертый аналого-цифровой преобразователь, многоканальный генератор тактовых импульсов, программируемая логическая интегральная схема, синтезатор частот с фазовой подстройкой частоты, разветвитель, многодиапазонный навигационный модуль, перераспределения функций между элементами помехоустойчивой навигационной системы. 1 ил.

RU 179926 U1

RU 179926 U1



ФИГ. 1

RU 179926 U1

RU 179926 U1

Полезная модель относится к области приборостроения, а именно к помехоустойчивой навигационной системе, которая может найти широкое применение для вооружения и военной техники.

5 Известна малогабаритная адаптивная антенная решетка, описанная в патенте на полезную модель РФ №124517 от 07.08.2012.

Недостаток малогабаритной адаптивной антенной решетки: невозможность работы в литерях частот L2 спутниковых навигационных систем (СНС) ГЛОНАСС (Россия), GPS (США) и как следствие, низкая помехоустойчивость навигационных систем, установленных в вооружении и военной техники (ВВТ) при применении противником 10 сил и средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ).

Известна адаптивная антенная решетка, описанная в патенте США №6486828 В1 от 26.11.2002, которая содержит четыре антенных элемента, четыре радиочастотных тракта, четыре аналого-цифровых преобразователя, сумматор и процессор, мультиканальный демодулятор.

15 Недостатком этого устройства является невозможность работы в литерях частот L2 спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS.

Известна помехоустойчивая система для GPS навигационного приемника, работающая с СНС GPS, описанная в патенте США №7508339 В1 от 24.03.2009, которая содержит антенный элемент, радиочастотный понижающий преобразователь, аналого-цифровой преобразователь, GPS процессор.

Недостатком этого устройства является невозможность работы в литерях частот L1 и L2 спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС и как следствие, низкая помехоустойчивость навигационной системы.

Известна система спутниковой навигации крылатой ракеты, описанная в патенте на 25 полезную модель РФ №179644 U1 от 09.06.2016, которая содержит адаптивную антенную решетку и блок обработки информации. Данное устройство выберем за прототип.

Недостатком этого устройства является невозможность работы в литерях частот L2 СНС GPS и ГЛОНАСС, литерях частот В1+В2 СНС BeiDou (Китай) и как следствие, низкая помехоустойчивость навигационной системы и низкая точность определения 30 местоположения ВВТ.

Таким образом, техническим результатом данной полезной модели является повышение помехоустойчивости и как следствие, повышение точности определения местоположения вооружения и военной техники, перераспределения функций между элементами помехоустойчивой навигационной системы.

35 Технический результат достигается за счет того, помехоустойчивая навигационная система, содержащая адаптивную антенную решетку и блок обработки информации, дополнительно содержит первый, второй, третий и четвертый антенный модуль, предназначенный для формирования структуры адаптивной антенной решетки и приема навигационных сигналов от спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС (Россия) 40 и GPS (США), многодиапазонный антенный модуль, предназначенный для приема навигационных сигналов от спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS и BeiDou (Китай), первый, второй, третий и четвертый радиочастотный блок навигационного приемника, предназначенный для обработки сигналов от спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS, первый, второй, третий и четвертый аналого-цифровой преобразователь, предназначенный для преобразования аналогового сигнала 45 в цифровой, многоканальный генератор тактовых импульсов, предназначенный для формирования четырех тактовых импульсов, программируемая логическая интегральная схема, предназначенная для суммирования и вычисления полезных обработанных

цифровых навигационных сигналов, синтезатор частот с фазовой подстройкой частоты, разветвитель, предназначенный для перераспределения составляющих группового сигнала между двумя нагрузками в широком диапазоне частот, многодиапазонный навигационный модуль, предназначенный для работы с спутниковыми навигационными системами ГЛОНАСС, GPS и BeiDou, при этом первый выход первого антенного модуля соединен с первым входом первого радиочастотного блока навигационного приемника, который вторым выходом соединен с первым входом первого аналого-цифрового преобразователя, при этом первый выход второго антенного модуля соединен с первым входом второго радиочастотного блока навигационного приемника, который вторым выходом соединен с первым входом второго аналого-цифрового преобразователя, при этом первый выход третьего антенного модуля соединен с первым входом третьего радиочастотного блока навигационного приемника, который вторым выходом соединен с первым входом третьего аналого-цифрового преобразователя, при этом первый выход четвертого антенного модуля соединен с первым входом четвертого радиочастотного блока навигационного приемника, который вторым выходом соединен с первым входом четвертого аналого-цифрового преобразователя, при этом второй выход первого аналого-цифрового преобразователя соединен с первым входом программируемой логической интегральной схемы, второй выход второго аналого-цифрового преобразователя соединен с вторым входом программируемой логической интегральной схемы, второй выход третьего аналого-цифрового преобразователя соединен с третьим входом программируемой логической интегральной схемы, второй выход четвертого аналого-цифрового преобразователя соединен с четвертым входом программируемой логической интегральной схемы, при этом первый выход многоканального генератора тактовых частот соединен с третьим входом первого, второго, третьего и четвертого аналого-цифрового преобразователя, второй вход-выход упомянутого многоканального генератора тактовых частот соединен с пятым входом-выходом программируемой логической интегральной схемы, шестой выход которой соединен с первым входом синтезатора частот с фазовой подстройкой частоты, второй выход которого соединен с первым входом разветвителя, при этом первый выход упомянутого многодиапазонного антенного модуля соединен с вторым входом разветвителя, третий выход которого соединен с первым входом многодиапазонного навигационного модуля.

Заявленная полезная модель иллюстрируется следующими чертежами: фиг. 1, на которой показана структурная схема помехоустойчивой навигационной системы (ПНС).

Рассмотрим структуру и работу ПНС 1.

Как видно из чертежа фиг. 1, помехоустойчивая навигационная система 1, содержит адаптивную антенную решетку 2 и блок обработки информации 3. Адаптивная антенная решетка 2 содержит первый 4, второй 5, третий 6 и четвертый 7 антенный модуль, предназначенный для формирования структуры адаптивной антенной решетки 2 и приема навигационных сигналов от спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. Многодиапазонный антенный модуль 8, предназначен для приема навигационных сигналов от спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS и BeiDou (Китай).

Блок обработки информации 3 содержит первый 9, второй 10, третий 11 и четвертый 12 радиочастотный блок навигационного приемника, предназначенный для обработки сигналов от спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. Кроме того, блок обработки информации 3 содержит первый 13, второй 14, третий 15 и четвертый 16 аналого-цифровой преобразователь, предназначенный для преобразования аналогового сигнала в цифровой, многоканальный генератор тактовых импульсов 17, предназначенный для формирования четырех тактовых импульсов, программируемая

логическая интегральная схема (ПЛИС) 18, предназначенная для суммирования и вычисления полезных обработанных цифровых навигационных сигналов, синтезатор частот с фазовой подстройкой частоты 19.

ПНС 1 содержит разветвитель 20, предназначенный для перераспределения составляющих группового сигнала между двумя нагрузками в широком диапазоне частот, многодиапазонный навигационный модуль 21, предназначенный для работы с спутниковыми навигационными системами ГЛОНАСС, GPS и BeiDou. При этом первые выходы первого 4, второго 5, третьего 6 и четвертого 6 антенных модулей соединены соответственно с первыми входами первого 9, второго 10, третьего 11 и четвертого 12 радиочастотного блока навигационного приемника, которые вторым выходом соединены соответственно с первым входом первого 13, второго 14, третьего 15 и четвертого 16 аналого-цифрового преобразователя. Второй выход первого 13, второго 14, третьего 15 и четвертого 16 аналого-цифрового преобразователя соответственно соединен с первым, вторым, третьим и четвертым входом ПЛИС 18, при этом первый выход многоканального генератора тактовых частот 17 соединен с третьим входом первого 13, второго 14, третьего 15 и четвертого 16 аналого-цифрового преобразователя. Второй вход-выход упомянутого многоканального генератора тактовых частот 17 соединен с пятым входом-выходом ПЛИС 18, шестой выход которой соединен с первым входом синтезатора частот с фазовой подстройкой частоты 19, второй выход которого соединен с первым входом разветвителя 20, при этом первый выход упомянутого многодиапазонного антенного модуля 21 соединен с вторым входом разветвителя 20, третий выход которого соединен с первым входом многодиапазонного навигационного модуля 21.

Заявленная ПНС 1 работает следующим образом.

Навигационные сигналы от двух СНС ГЛОНАСС и GPS (на чертеже не показано) непрерывно поступают на адаптивную антенную решетку 2 содержащую первый 4, второй 5, третий 6 и четвертый 7 антенный модуль, далее через разъем подключения (на чертеже не показано) сигналы поступают на соответствующий вход первого 9, второго 10, третьего 11 и четвертого 12 радиочастотного блока навигационного приемника. Адаптивная антенная решетка 2 позволяет реализовать пространственную обработку сигналов от СНС. Сигнал помехи (на чертеже не показан), подающийся на адаптивную антенную решетку 2 возбуждает первый 4, второй 5, третий 6 и четвертый 7 антенный модуль со своей фазой, что позволяет извлечь информацию о пространственном положении источников и использовать ее для подавления помеховых воздействий. При этом, единственным оцениваемым параметром является мощность помехи на входе адаптивной антенной решетки 2 (на чертеже не показано).

Первый 9, второй 10, третий 11 и четвертый 12 радиочастотный блока навигационного приемника выполнена на основе двух модулей (на чертеже не показано) которые обеспечивают прием навигационных сигналов от двух СНС ГЛОНАСС и GPS в литерях частот L1. В другом варианте исполнения (на чертеже не показано), первый 9, второй 10, третий 11 и четвертый 12 радиочастотный блок навигационного приемника может быть двухсистемным радиочастотным блоком спутникового навигационного приемника, изготовленный по технологии "система в корпусе", который описан в патенте на полезную модель РФ №77525 от 17.06.2008.

Здесь необходимо отметить, что первый 9, второй 10, третий 11 и четвертый 12 радиочастотный блок навигационного приемника состоит из аналоговой части (на чертеже не показано). Совмещенная аналоговая часть первого 9, второго 10, третьего 11 и четвертого 12 радиочастотного блока навигационного приемника предназначена

для приема сигналов от СНС ГЛОНАСС и GPS с частотной литерой L1. В аналоговой части (на чертеже не показано) первого 9, второго 10, третьего 11 и четвертого 12 радиочастотного блока навигационного приемника производится фильтрация и усиление входных сигналов. Аналоговая часть первого 9, второго 10, третьего 11 и четвертого 12 радиочастотного блока навигационного приемника (на чертеже не показано) построена по схеме супергетеродинного приемника с двойным преобразованием частоты. Частоты гетеродинов формируются из частоты опорного кварцевого генератора (на чертеже не показан) методом косвенного синтеза (на чертеже не показано) с использованием петли фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Выходные сигналы аналоговой части первого 9, второго 10, третьего 11 и четвертого 12 радиочастотного блока навигационного приемника (на чертеже не показано) - это бинарные отсчеты сигналов второй промежуточной частоты (ПЧ) ГЛОНАСС и GPS, сигнал тактовой частоты, сигнал индикации захвата ФАПЧ.

Далее сигнал с выходов первого 9, второго 10, третьего 11 и четвертого 12 радиочастотного блока навигационного приемника поступают на соответствующие входы первого 13, второго 14, третьего 15 и четвертого 16 аналого-цифрового преобразователя где производится дальнейшая цифровая обработка сигналов. Первый 13, второй 14, третий 15 и четвертый 16 аналого-цифровой преобразователь является важным элементом ПНС 1, так как их разрядность определяет верхнюю границу отношения помеха - собственный шум, которое можно получить.

Генератор опорного колебания (на чертеже не показан) передает колебания на многоканальный генератор тактовых частот 17, который передает тактовые частоты на первый 13, второй 14, третий 15 и четвертый 16 аналого-цифровой преобразователь. Принятые данные от первого 13, второго 14, третьего 15 и четвертого 16 аналого-цифрового преобразователя поступают на соответствующий первый, второй, третий и четвертый вход ПЛИС 18, которая суммирует и анализирует полученные данные. Подавление помехи (на чертеже не показана) происходит за счет формирования "провала" в диаграмме направленности адаптивной антенной решетки 2 в направлении на источник помехи. Для этого программно-аппаратным способом ПЛИС 18 выделяет один из 4, 5, 6, 7 антенных модулей главным, например, главным выделяется 4 антенный модуль, остальные 5, 6, 7 антенные модули становятся периферийными. Суть метода работы ПЛИС 18 заключается в компенсации фазовых набегов помех на выходе периферийных 4, 5, 6, 7 антенных модулей. На основании встроенного программного обеспечения (на чертеже не показано) ПЛИС 18 определяется вектор наблюдений главного антенного модуля и периферийных антенных модулей, далее происходит вычитание из сигнала главного антенного модуля взвешенной суммы сигналов периферийных антенных модулей. При этом вектор весовых коэффициентов рассчитывается ПЛИС 18 так, что разностный сигнал имеет минимально возможную мощность т.е. является решением уравнения Винера-Хопфа.

Отсчеты очищенные от помех, после ПЛИС 18 поступают на синтезатор частот с фазовой подстройкой частоты 19, который переносит спектр обратно в высокочастотную область спутниковых навигационных систем L1 ГЛОНАСС и L1 GPS, и передает сигнал разветвителю 20. Синтезатор частот с фазовой подстройкой частоты 19 является устройством для генерации электрических гармонических колебаний с помощью линейных повторений на основе одного или нескольких опорных генераторов (на чертеже не показано). Стабильность синтезатора частот с фазовой подстройкой частоты 19 достигается применением фазовой автоподстройки частоты. Многодиапазонный антенный модуль 8 принимает сигналы от СНС с литерами частот

L1+L2+L5 ГЛОНАСС, L1+L2+L5 GPS и B1+B2 BeiDou. Сигналы с литерами частот L1+L2+L5 ГЛОНАСС, L1+L2+L5 GPS и B1+B2 BeiDou поступают на разветвитель 20 и далее на многодиапазонный навигационный модуль 21, который работает с СНС в литерах частот L1+L2+L5 ГЛОНАСС, L1+L2+L5 GPS и B1+B2 BeiDou. Таким образом на разветвитель 14 поступают два канала от СНС: первый помехоустойчивый (защищенный от помех) канал для литер частот L1 ГЛОНАСС и GPS, второй незащищенный для литер частот L2+L5 ГЛОНАСС, L2+L5 GPS и B1+B2 BeiDou. Незащищенный канал образован многодиапазонным антенным модулем 8 и разветвителем 20. Помехоустойчивый (защищенный) канал образован адаптивной антенной решеткой 2 и блоком обработки информации 3. В случае обнаружения помех (на чертеже не показано) на незащищенном канале в литерах частот L2+L5 ГЛОНАСС, L2+L5 GPS и B1+B2 BeiDou многодиапазонный навигационный модуль 21 не будет производить слежение и вычисление навигационных данных, он будет принимать и обрабатывать навигационные данные от помехоустойчивого (защищенный от помех) канала для литер частот L1 ГЛОНАСС и GPS. Анализ наличия помех от средств РЭБ (на чертеже не показано) происходит на программно-аппаратном уровне в адаптивной антенной решетке 2 и блоке обработки информации 3, которая позволяет создавать "нули" диаграммы направленности в направлении на источники помех. Путем комплексирования адаптивной антенной решетке 2 и блока обработки информации 3 с многодиапазонным антенным модулем 8, разветвителем 20 и многодиапазонным навигационным модулем 21 решается задача повышения помехоустойчивости ПНС 1.

Многодиапазонный навигационный модуль 21 имеет возможность подключения различных датчиков и устройств (на чертеже не показано), которые могут быть подключены к портам ввода-вывода. Кроме того, многодиапазонный навигационный модуль 21 имеет возможность подключения к типовой аппаратуре внутренней связи и коммутации (АВСК) вооружения и военной техники (на чертеже не показано). АВСК позволяет через средства связи (на чертеже не показано), установленные в ВВТ, передавать навигационные данные в автоматизированную систему управления войсками (на чертеже не показано). Напряжение для электропитания ПНС 1 подается от бортовой сети всех типов ВВТ на блок электропитания (на чертеже не показан) и далее на все элементы.

Впервые в ПНС 1 была использована адаптивная антенная решетка 2 и блок обработки информации 3, которые позволяют создавать "нули" диаграммы направленности в направлении от трех источников помех, комплексирование с многодиапазонным антенным модулем 8, разветвителем 20 и многодиапазонным навигационным модулем 21 для выполнения функций помехоустойчивости при радиоэлектронном подавлении устройствами РЭБ, таким путем решая задачу полезной модели: повышение помехоустойчивости и как следствие, повышение точности определения местоположения ВВТ, перераспределения функций между элементами помехоустойчивой навигационной системы.

Изготовление навигационной системы 1, изображенной на фиг. 1, осуществляют из типовых радиоэлектронных компонентов (РЭК) и типовых изделий российских и зарубежных производителей. Адаптивная антенная решетка 2 и блок обработки информации 3 может быть компании ОАО "ВНИИР-ПРОГРЕСС", многодиапазонный навигационный модуль 21, например, 14Ц8101 компании ЗАО "КБ "НАВИС", разветвитель 20, например, на основе микросхемы PD16-73LF компании SKYWORKS.

Опытные образцы помехоустойчивой навигационной системы 1 изготовлены. Испытания показали, что они соответствуют тем требованиям, которые предъявляются

к системам навигации ВВТ и требованиям средств измерений GPS/ГЛОНАСС приемников.

(57) Формула полезной модели

5 Помехоустойчивая навигационная система, содержащая адаптивную антенную решетку и блок обработки информации, отличающаяся тем, что дополнительно содержит первый, второй, третий и четвертый антенные модули, предназначенные для формирования структуры адаптивной антенной решетки и приема навигационных сигналов от спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США),  
10 многодиапазонный антенный модуль, предназначенный для приема навигационных сигналов от спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS и BeiDou (Китай), первый, второй, третий и четвертый радиочастотные блоки навигационного приемника, предназначенные для обработки сигналов от спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS, первый, второй, третий и четвертый аналого-цифровой преобразователь, предназначенный для преобразования аналогового сигнала в  
15 цифровой, многоканальный генератор тактовых импульсов, предназначенный для формирования четырех тактовых импульсов, программируемая логическая интегральная схема, предназначенная для суммирования и вычисления полезных обработанных цифровых навигационных сигналов, синтезатор частот с фазовой подстройкой частоты, разветвитель, предназначенный для перераспределения составляющих группового  
20 сигнала между двумя нагрузками в широком диапазоне частот, многодиапазонный навигационный модуль, предназначенный для работы с спутниковыми навигационными системами ГЛОНАСС, GPS и BeiDou, при этом первый выход первого антенного модуля соединен с первым входом первого радиочастотного блока навигационного приемника,  
25 который вторым выходом соединен с первым входом первого аналого-цифрового преобразователя, при этом первый выход второго антенного модуля соединен с первым входом второго радиочастотного блока навигационного приемника, который вторым выходом соединен с первым входом второго аналого-цифрового преобразователя, при этом первый выход третьего антенного модуля соединен с первым входом третьего  
30 радиочастотного блока навигационного приемника, который вторым выходом соединен с первым входом третьего аналого-цифрового преобразователя, при этом первый выход четвертого антенного модуля соединен с первым входом четвертого радиочастотного блока навигационного приемника, который вторым выходом соединен с первым входом четвертого аналого-цифрового преобразователя, при этом второй выход первого  
35 аналого-цифрового преобразователя соединен с первым входом программируемой логической интегральной схемы, второй выход второго аналого-цифрового преобразователя соединен с вторым входом программируемой логической интегральной схемы, второй выход третьего аналого-цифрового преобразователя соединен с третьим входом программируемой логической интегральной схемы, второй выход четвертого  
40 аналого-цифрового преобразователя соединен с четвертым входом программируемой логической интегральной схемы, при этом первый выход многоканального генератора тактовых частот соединен с третьим входом первого, второго, третьего и четвертого аналого-цифрового преобразователя, второй вход-выход упомянутого многоканального генератора тактовых частот соединен с пятым входом-выходом программируемой  
45 логической интегральной схемы, шестой выход которой соединен с первым входом синтезатора частот с фазовой подстройкой частоты, второй выход которого соединен с первым входом разветвителя, при этом первый выход упомянутого многодиапазонного антенного модуля соединен с вторым входом разветвителя, третий выход которого

соединен с первым входом многодиапазонного навигационного модуля.

5

10

15

20

25

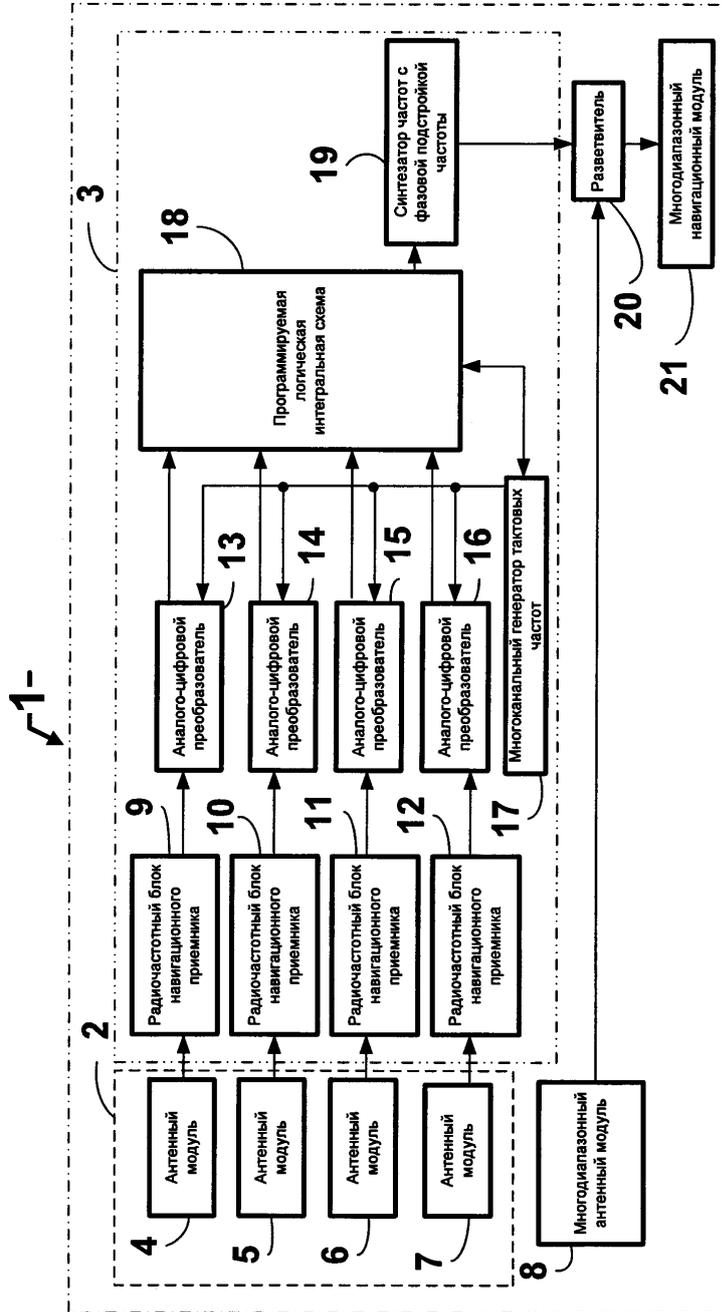
30

35

40

45

Помехоустойчивая навигационная система



ФИГ. 1