

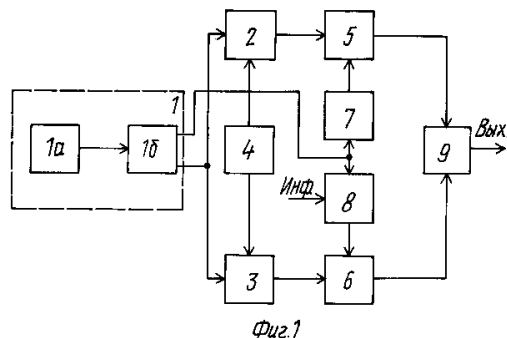
⁽¹²⁾ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(71) Заявитель:
Воронежский научно-исследовательский
институт связи

(72) Изобретатель: Заплетин Ю.В.,
Безгинов И.Г.

(73) Патентообладатель:
Воронежский научно-исследовательский
институт связи

схем выбора максимума, схемы сравнения и фазовращателя на 90° позволило по двум ортогональным каналам передавать как основную информацию, так и дополнительную, которая может быть использована в качестве служебного канала.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 160 503** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **H 04 B 7/02**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 99100583/09, 10.01.1999
 (24) Effective date for property rights: 10.01.1999
 (46) Date of publication: 10.12.2000
 (98) Mail address:
 394018, g.Voronezh, ul. Plekhanovskaja 14,
 Voronezhskij NII svjazi

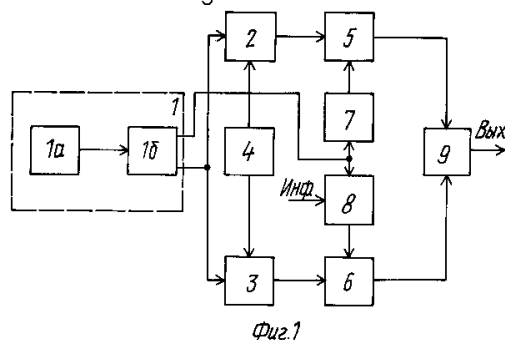
(71) Applicant:
 Voronezhskij nauchno-issledovatel'skij
 institut svjazi
 (72) Inventor: Zapletin Ju.V.,
 Bezginov I.G.
 (73) Proprietor:
 Voronezhskij nauchno-issledovatel'skij
 institut svjazi

(54) **RADIO COMMUNICATION LINE**

(57) Abstract:

FIELD: satellite and earth communication systems using three-dimensional modulation. SUBSTANCE: transmitting part of device has carrier oscillator, clock oscillator, two channels for generation of orthogonal frequency channels, one of which is used as synchronization channel, and another one as information carrier. Receiving part of device provides synchronization of received signal with reference signal and detection of received information. Goal of invention is achieved by frequency synthesizer, two gates, phase inverter, and adder, which are introduced at transmission part of device, and by two band-pass filters, two maximal value selection circuits, which are introduced at receiving part of device. This

results in possibility to transmit main information simultaneously with additional information, which may be used as service channel. EFFECT: increased functional capabilities, increased speed of information transmission. 4 dwg



Предлагаемое устройство относится к области радиосвязи и может быть использовано в космических и наземных системах связи, использующих пространственную модуляцию.

Известны устройства для радиосвязи с повторным использованием частоты (см. пат. США N 4087818), в котором повторное использование частоты в условиях изменения параметров среды распространения сигналов и изменение взаимного расположения антенн достигается за счет обеспечения ортогональности по поляризации двух одновременно передаваемых сигналов с круговой или линейной поляризацией. Однако эти устройства из-за высоких требований к точности обеспечения ортогональности по поляризации передаваемых сигналов имеют сложную систему автоподстройки, использующую специальные пилот-сигналы. Кроме того, применение пилот-сигналов требует выделение дополнительных частотных каналов, на совпадающих со спектром передаваемых сигналов, что существенно усложняет конструкцию устройства и ухудшает его помехоустойчивость.

Известно также устройство по а.с. N 1141978, содержащее два канала, в одном из которых информация передается с использованием угловой модуляции, а во втором канале - с использованием дополнительной модуляции сигналов по поляризации волн, позволяющей передавать дополнительную информацию (повторно использовать частоту).

Однако в случае использования широкополосных сигналов, что характерно для современных систем связи, низкая помехоустойчивость приема информации по второму каналу, обусловленная низкой помехоустойчивостью опорного сигнала для синхронного детектора.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому объекту является "Аппаратура для передачи дискретной информации", авт.св. N 300946, принято за прототип.

Функциональная схема устройства-прототипа приведена на фиг. 1, 2, где введены обозначения:

Передающее устройство:

1 - генератор колебаний несущей и тактовой частоты (ГТНЧ);

2 - формирователь ортогональной псевдослучайной последовательности (ФOPP);

3 - генератор псевдослучайной последовательности (ГПП);

4 - устройство фазирования;

5, 6 - первый и второй умножители соответственно;

7 - фазовращатель на 90°;

8 - фазовый манипулятор;

9 - схема сложения.

Приемное устройство:

10, 11 - первый и второй умножители соответственно;

12 - формирователь ортогональной псевдослучайной последовательности (ФOPP);

13 - генератор опорной псевдослучайной последовательности (ГОПП);

14 - устройство фазирования;

15 - устройство синхронизации;

16, 17 - первый и второй полосовые фильтры соответственно;

18 - фазовый детектор.

Устройство-прототип содержит на передающей стороне ГТНЧ1, первый выход которого соединен с первыми входами ФOPP2 и ГПП3, вторые входы которых присоединены соответственно к первому и второму выходам устройства фазирования 4, выход ФOPP2 соединен с первым входом первого умножителя 5, второй вход которого соединен с выходом фазовращателя на 90° 7, а вход этого фазовращателя соединен с одним из входов фазового манипулятора 8 и вторым выходом ГТНЧ1, выход ГПП3 соединен с одним из входов второго умножителя 6, второй вход которого присоединен к выходу фазового манипулятора 8, а выход второго умножителя 6 соединен со вторым входом схемы сложения 9, первый вход которого соединен с выходом первого умножителя 5, выход сумматора 9 является выходом передатчика, первый вход фазового манипулятора 8 является информационным входом; на приемной стороне вход устройства синхронизации 15 соединен с первыми входами первого 10 и второго 11 умножителей, выходы которых соединены соответственно со входами первого 16 и второго 17 полосовых фильтров, выходы которых соединены соответственно с первым и вторым входами фазового детектора 18. выход которого является выходом устройства, выход устройства синхронизации 15 соединен с первыми входами ФOPP12 и ГОПП13, вторые входы которых присоединены соответственно к первому и второму выходам устройства фазирования 14, выход ФOPP12 соединен со вторым входом первого умножителя 10, а выход ГОПП13 соединен со вторым входом второго умножителя 11.

Устройство-прототип работает следующим образом.

В передатчике ГТНЧ1 формирует две частоты: тактовую частоту для ФOPP2 и ГПП3 и несущую частоту сигнала. Тактовая частота с выхода ГТНЧ1 поступает на вход ФOPP2 и ГПП3, которые вырабатывают двойные псевдослучайные последовательности. Эти последовательности представляют собой совокупности биполярных импульсов постоянного тока одинаковой величины и длительности, которая определяется величиной тактовой частоты. Законы образования псевдослучайных последовательностей выбираются такими, чтобы обеспечить малую взаимную корреляцию между псевдослучайными последовательностями ФOPP2 и ГПП3 при любом фазовом сдвиге между ними (квазиортогональные двоичные псевдослучайные последовательности. Это условие необходимо для их эффективного разделения и подавления эхо-сигнала в приемнике.

Устройство фазирования 4 устанавливает сдвиговые регистры ФOPP2 и ГПП3 в одинаковое начальное состояние, что обеспечивает связь по фазе их псевдослучайных последовательностей. Устройство фазирования 4 состоит из дешифраторов начальных состояний ФOPP2 и ГПП3 и импульсной схемы фазирования,

которая обеспечивает совмещение их начальных состояний по фазе. Двоичная псевдослучайная последовательность с выхода ФОП2 поступает на умножитель 5. На второй вход умножителя 5 через фазовращатель на 90° 7 с выхода ГНТЧ1 поступает колебание несущей частоты, которое в умножителе 5 умножается на двоичную псевдослучайную последовательность. В результате на выходе умножителя 5 образуется сигнал, представляющий собой колебание несущей частоты с постоянной амплитудой, манипулированное по фазе на 180° по закону двоичной псевдослучайной последовательности. Двоичная псевдослучайная последовательность с выхода ГПП3 поступает на умножитель 6, на второй вход которого через фазовый манипулятор с выхода ГНТЧ1 поступает колебание несущей частоты. На выходе умножителя 6 образуется сигнал, представляющий собой колебание несущей частоты с постоянной амплитудой, манипулированное по фазе на 180° по закону двоичной псевдослучайной последовательности. В зависимости от закона передаваемой информации фазовый манипулятор 8 осуществляет поворот фазы несущей частоты сигнала на выходе умножителя 6 относительно несущей частоты сигнала на выходе умножителя 5 на 0 или 180° . Таким образом, в зависимости от знака передаваемой информации несущие частоты этих сигналов сдвинуты между собой по фазе. С выходов умножителей 5 и 6 сигналы поступают на схему сложения 9, которая образует выходной сигнал передатчика, представляющий собой колебание несущей частоты с постоянной амплитудой, манипулированное по фазе на 0° , 90° , 180° и 270° , причем моменты манипуляции и порядок следования этих величин фаз определяется соотношением знаков элементов двоичных псевдослучайных последовательностей ФОП2 и ГПП3 и передаваемой разностью фаз. Со схемы сложения 9 сигнал поступает в высокочастотный передатчик и излучается в эфир.

Принимаемый сигнал с выхода высокочастотного приемника поступает на умножители 10 и 11, аналогичные умножителям 5 и 6 передатчика. В умножителе 10 принимаемый сигнал умножается на двоичную псевдослучайную последовательность, которую вырабатывает ФОПП12, аналогичный ФОП2 передатчика. Сигнал с выхода умножителя 10 поступает на полосовой фильтр 16, который выделяет колебание несущей частоты сигнала. В умножителе 11 принимаемый сигнал умножается на двоичную псевдослучайную последовательность, которую формирует ГОПП13, аналогичный ГПП3 передатчика. Сигнал с выхода умножителя 11 поступает на полосовой фильтр 17, который выделяет манипулированное по фазе колебание несущей частоты сигнала. Устройство фазирования 14, аналогичное устройству фазирования 4 передатчика, обеспечивает связь по фазе выходных последовательностей ФОПП12 и ГОПП13, соответствующую связи по фазе

последовательностей ФОПП2 и ГПП3 передатчика. Двоичные псевдослучайные последовательности, вырабатываемые генераторами в приемнике, синхронизируются с двоичными псевдослучайными последовательностями принимаемого сигнала с помощью устройства синхронизации 15. В качестве устройства синхронизации 15 могут быть использованы известные устройства синхронизации, обеспечивающие синхронизм местных сигналов приемника с одним из сильнейших лучей принимаемого многолучевого сигнала на основе анализа функции взаимной корреляции принимаемого и местных сигналов. Как известно, при использовании широкополосных сигналов при этом может быть обеспечено эффективное подавление мешающих лучей либо сложение нескольких выделенных наиболее сильных лучей, а также подавление сосредоточенных помех.

Колебания несущей частоты с выходов полосовых фильтров 16 и 17 поступают на фазовый детектор 18, который измеряет информационную разность фаз между ними.

Данному устройству-прототипу присущ следующий недостаток: для передачи всевозрастающего объема информации необходимо увеличивать скорость передачи или число радиоканалов, что в том и другом случаях приводит к расширению полосы радиочастот. А как известно, в настоящее время диапазон радиочастот, начиная от самых низких ОНЧ и кончая самыми высокими СВЧ, весьма перегружен. Поэтому задача выделения какого-либо участка диапазона радиочастот становится все более проблематичной.

Предлагаемое устройство позволяет осуществить передачу помимо основной ИНФ1, еще и дополнительную - ИНФ2, используя тот же радиоканал.

Это достигается тем, что в устройство, содержащее на передающей стороне: генератор колебаний несущей и тактовых частот (ГНТЧ), первый выход которого соединен с первыми входами формирователя ортогональной псевдослучайной последовательности (ФОПП) и генератор псевдослучайной последовательности (ГПП), вторые входы которых соединены с первыми и вторыми выходами устройства фазирования, выход ФОПП через первый умножитель соединен с первым входом первой схемы сложения, а выход ГПП через второй умножитель соединен со вторым входом первой схемы сложения, вторые входы первого и второго умножителей присоединены соответственно к выходам фазовращателя на 90° и фазового манипулятора, входы которых соединены между собой; на приемной стороне: вход устройства синхронизации соединен с первым и вторым входами первого и второго умножителей, а выход устройства синхронизации соединен с первыми входами ФОПП и ГОПП, вторые входы которых присоединены к первому и второму выходам устройства фазирования, а выходы ФОПП и ГОПП соединены соответственно со вторыми входами первого и второго умножителей, выходы первого и второго умножителей соединены со входами первого и второго полосовых фильтров соответственно, а также фазовый детектор, введены на передающей

стороне: синтезатор частот, фазоинвертор, первый и второй ключи и вторая схема сложения; на приемной стороне: третий и четвертый полосовые фильтры, схема сравнения, первая и вторая схемы выбора максимума и фазовращатель на 90° С.

При этом на передающей стороне: вход синтезатора частот соединен со вторым входом ГНТЧ, а первый и второй выходы синтезатора частот через первый и второй ключи соединены соответственно с первым и вторым входами второй схемы сложения, выход которой соединен со входами фазовращателя на 90° и фазового манипулятора, вход фазоинвертора объединен с управляющим входом второго ключа и соединен с источником ИНФ2, выход фазоинвертора соединен с управляющим входом первого ключа. На приемной стороне: выход первой схемы выбора максимума через фазовращатель на 90° соединен с первым входом фазового детектора, выход второй схемы выбора максимума соединен со вторым входом фазового детектора, вход третьего полосового фильтра соединен со входом первого полосового фильтра, а выход подсоединен ко второму входу первой схемы выбора максимума, первый вход которой соединен с выходом первого полосового фильтра, вход четвертого полосового фильтра соединен со входом второго полосового фильтра, а выход подсоединен к первому входу второй схемы выбора максимума и второму входу схемы сравнения, первый вход которой соединен с выходом второго полосового фильтра и вторым входом второй схемы выбора максимума.

На фиг. 3, 4 приведена функциональная схема линий радиосвязи.

Линия радиосвязи содержит на передающей стороне генератор 1 колебаний несущей и тактовой частот, (ГНТЧ) формирователь ортогональной псевдослучайной последовательности (ФОПП), генератор псевдослучайной последовательности 3(ГПП), устройство фазирования 4, первый и второй умножители 5, 6, фазовращатель на 90° 7, фазовый манипулятор 8, схема сложения 9, синтезатор частот 19, фазогенератор 20, первый и второй ключи 21, 22, вторая схема сложения 23, на приемной стороне - первый и второй умножители 10, 11, формирователь ортогональной псевдослучайной последовательности (ФОПП) 12, генератор опорной псевдослучайной последовательности (ГОПП)13, устройство фазирования 14, устройство синхронизации 15, первый и второй полосовые фильтры 16, 17, фазовый детектор 18, третий и четвертый полосовые фильтры 24, 25, схема сравнения 26, первая и вторая схемы выбора максимума 27, 28, фазовращатель на 90° 29.

Предлагаемое устройство имеет следующие функциональные связи: на передающей стороне - первый выход генератора колебаний несущей и тактовой частоты 1 соединен со входами ФОПП2, ГПП3 и второй выход этого ГНТЧ соединен со входом синтезатора частот 19, вторые входы ФОПП2и ГПП3 соединены с первым и вторым выходами устройства фазирования 4 соответственно, первый и второй выходы синтезатора частот 19 через первый 21 и второй 22 ключи соответственно соединены с

первым и вторым входами второго сумматора 23 соответственно, управляющий вход ключа 22 присоединен ко входу фазоинвертора 20, выход которого соединен с управляющим входом ключа 21, выход ФОПП2 соединен с одним из входов первого умножителя 5, второй вход которого присоединен к выходу фазовращателя на 90° 7, а выход этого умножителя соединен с одним из входов схемы сложения 9, второй вход которой соединен с выходом второго умножителя 6, один из входов которого присоединен к выходу ГПП3, а второй вход этого умножителя соединен с выходом фазового манипулятора 8, вход которого соединен со входом фазовращателя на 90° 7 и с выходом сумматора 23; на приемной стороне - вход устройства синхронизации 15 соединен со входами первого 10 и второго 11 умножителей, второй вход первого умножителя 10 соединен с выходом ФОПП12, один из входов которого присоединен с выходу устройства синхронизации 15 и одному из входов ГОПП13, второй вход которого соединен с одним из выходов устройства фазирования 14, второй выход которого присоединен ко второму входу ФОПП12, выход первого умножителя 10 соединен со входами первого 16 и третьего 24 полосовых фильтров, выходы этих фильтров соединены с первым и вторым входами первой схемы выбора максимума 27 соответственно, выход которого через фазовращатель 29 соединен с одним из выходов фазового детектора 18, второй вход которого присоединен к выходу второй схемы выбора максимума 28, два входа которой соединены соответственно с двумя входами схемы сравнения 26, и кроме того, первый вход схемы выбора максимума 28 соединен с выходом четвертого полосового фильтра 25, а второй вход этой схемы выбора максимума присоединен к выходу второго полосового фильтра 17, входы второго 17 и четвертого 25 полосовых фильтров соединены между собой и с выходом второго умножителя 11; выходы фазового детектора 18 и схемы сравнения 26 являются первым и вторым выходами приемного устройства соответственно.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

В передатчике генератор несущей и тактовой частот 1 (ГНТЧ) формирует две частоты: тактовую для ФОПП2 и ГПП3 и несущую частоту сигнала, подаваемую на синтезатор частот 19. Тактовая частота с выхода ГНТЧ1 поступает на вход ФОПП2 и ГПП3, которые вырабатывают двоичные псевдослучайные последовательности - ПСП. Эти ПСП представляют собой совокупности биполярных импульсов постоянного тока одинаковой величины и длительности, которая определяется величиной тактовой частоты. Законы образования ПСП выбираются такими, чтобы обеспечить малую взаимную корреляцию между псевдослучайными последовательностями ФОПП2 и ГПП3 при любом фазовом сдвиге между ними (квазиортогональные двоичные ПСП). Это условие необходимо для их эффективного разделения и подавления эхо-сигналов в приемнике.

Устройство фазирования 4 устанавливает сдвиговые регистры ФОПП2 и ГПП3 в одинаковое начальное состояние, что

обеспечивает связь по фазе их псевдослучайных последовательностей. Устройство фазирования 4 состоит из дешифраторов начальных состояний ФОПП2 и ГППЗ и импульсной схемы фазирования, которая обеспечивает совмещение их начальных состояний по фазе. Двоичная ПСП с выхода ФОПП2 поступает на умножитель 5, на второй вход которого через фазовращатель на 90° 7 поступает колебание несущей частоты с выхода сумматора 23. Со второго выхода ГНТЧ1 колебание несущей частоты поступает на вход синтезатора частот 19, где из этого колебания формируется первая f_1 , и вторая f_2 несущие частоты и которые через первый ключ 21 и второй ключ 22 соответственно коммутируются на входы второго суммирующего устройства 23. Управление ключами 21 и 22 производится сигналом информации "ИНФ2", причем на первый ключ - через фазоинвертор 20. С выхода второго суммирующего устройства 23 несущие частоты f_1 и f_2 поступают на входы фазового манипулятора 8 и фазовращателя на 90° 7. В умножителе 5 сигнал двоичной ПСП, поступающий на первый вход умножителя, умножается на сигнал несущей частоты, поступающего на второй вход умножителя. В результате на входе умножителя 5 образуется сигнал, представляющий колебание несущей частоты с постоянной амплитудой, манипулированное по фазе на 180° по закону двоичной ПСП. Двоичная ПСП с выхода ГППЗ поступает на умножитель 6, на второй вход которого поступает сигнал с фазового манипулятора 8. На входе умножителя 6, таким образом, образуется сигнал, представляющий собой колебание несущей частоты с постоянной амплитудой, манипулированное по фазе на 180° по закону двоичной ПСП. В зависимости от знака передаваемой информации "ИНФ1" фазовый манипулятор 8 осуществляет поворот фазы несущей частоты сигнала на выходе умножителя 6 относительно несущей частоты сигнала на выходе умножителя 5 на 0 или 180° . Таким образом, в зависимости от знака передаваемой информации несущие частоты этих сигналов сдвинуты между собой по фазе. С выходов умножителей 5 и 6 сигналы поступают на схему сложения 9, которая образует выходной сигнал передатчика, представляющий собой колебания несущих частот f_1 и f_2 с постоянной амплитудой, манипулированные по фазе на 0° , 90° , 180° и 270° , причем моменты манипуляции и порядок следования этих величин определяются соотношением знаков элементов двоичных ПСП ФОПП2 и ГППЗ и передаваемой разностью фаз ИНФ1. Со схемы сложения 9 сигнал поступает в высокочастотный передатчик и излучается в эфир. Принимаемый сигнал с выхода высокочастотного приемника поступает на умножители 10 и 11, аналогичные умножители 5 и 6 передатчика. В умножителе 10 принимаемый сигнал умножается на двоичную ПСП, которую вырабатывает ФОПП12, аналогичный ФОПП2 передатчика. Сигнал с выхода умножителя 10 поступает на полосовые фильтры 16, 4, которые настроены соответственно на частоты f_1 и f_2 и в зависимости от того, на какой частоте (f_1 или f_2) был принят сигнал в данный

момент, через тот фильтр и проходит принятый сигнал. С выходов фильтров 16 и 24 сигнал поступает на схему выбора максимума 27, (точнее сигнал в данный момент поступает только с одного из этих фильтров, а с другого - только шум), где производится выбор наибольшего значения из двух сигналов, и это и будет полезный сигнал, снятый с одного из фильтров. Со схемы выбора максимума 27 сигнал через фазовращатель на 90° 29 поступает на один из входов фазового детектора 18.

В умножителе 11 принимаемый сигнал умножается на двоичную ПСП, которую формирует ГОПП13, аналогичную ГППЗ передатчика. Сигнал с выхода умножителя 11 поступает на полосовые фильтры 11, 25, настроенные, как и фильтры 16, 24, на частоты f_1 и f_2 . С фильтров 17, 25 сигнал поступает на входы схемы сравнения 26, с выхода которой снимается сигнал "ИНФ2". С этих же фильтров 17, 25 сигнал, кроме того, поступает на входы второй схемы выбора максимума 28, аналогичной схеме выбора максимума 27. С выхода второй схемы выбора максимума 28 сигнал поступает на второй вход фазового детектора 18, который измеряет информационную разность фаз между ними и с выхода которого и снимается сигнал "ИНФ1". Устройство фазирования 14, аналогичное устройству фазирования 4 передатчика, обеспечивает связь по фазе выходных последовательностей ФОПП12 и ГОПП13, соответствующую связи по фазе последовательностей ФОПП2 и ГППЗ передатчика.

Двоичные ПСП, вырабатываемые генераторами в приемнике, синхронизируются с двоичными ПСП принимаемого сигнала с помощью устройства синхронизации 15. В качестве устройства синхронизации 15 могут быть использованы известные устройства синхронизации, обеспечивающие синхронизм местных сигналов приемника с одним из сильнейших лучей принимаемого монолучевого сигнала на основе анализа функции взаимной корреляции принимаемого и местного сигналов.

Как известно, при использовании широкополосных сигналов, при этом может быть обеспечено эффективное подавление мешающих лучей либо сложение нескольких выделенных наиболее сильных лучей, а также подавление сосредоточенных помех.

Таким образом, если в устройстве-прототипе при использовании двух ортогональных каналов передается только одна основная информация, то в предлагаемом устройстве при использовании тех же двух ортогональных каналов передается помимо основной еще и дополнительная информация, которая может быть использована как служебная или для каких-либо других целей. Это позволяет во многих случаях отказаться от организации специального канала передачи служебной информации.

Формула изобретения:

Линия радиосвязи с повторным использованием частоты, содержащее на передающей стороне генератор колебаний несущей и тактовой частот (ГНТЧ), первый выход которого соединен с первыми входами формирователя ортогональной псевдослучайной последовательности

(ФОПП) и генератора псевдослучайной последовательности (ГПП), к вторым входам которых подсоединены соответственно первый и второй выходы устройства фазирования, при этом выход ФООП через первый умножитель соединен с первым входом первой схемы сложения, а выход ГПП через второй умножитель соединен с вторым входом первой схемы сложения, к вторым входам первого и второго умножителей подсоединены соответственно выходы фазовращателя на 90° и фазового манипулятора, входы которых соединены между собой, на приемной стороне - фазовый детектор, устройство синхронизации, вход которого соединен с входами первого и второго умножителей, а выход устройства синхронизации соединен с первыми входами ФООП и генератором опорной псевдослучайной последовательности (ГОПП), к вторым входам которых подсоединены соответственно первый и второй выходы устройства фазирования, а выходы ФООП и ГОПП подсоединены к вторым входам первого и второго умножителей, а выходы первого и второго умножителей соединены со входами соответственно первого и второго полосовых фильтров, отличающаяся тем, что введены на передающей стороне первый и второй ключи, фазоинвертор, вторая схема сложения и синтезатор сетки частот, к второму входу

которого подсоединен выход ГНТЧ, а первый и второй выходы синтезатора сетки частот соответственно через первый и второй ключи подсоединены к первому и второму входам второй схемы сложения, выход которой подсоединен ко входам фазовращателя на 90° и фазового манипулятора, при этом вход фазоинвертора соединен с источником ИНФ 2 и управляющим входом второго ключа, а выход фазоинвертора соединен с управляющим входом первого ключа, а на приемной стороне - третий и четвертый полосовые фильтры, фазовращатель на 90° , схема сравнения, первая и вторая схемы выбора максимума, при этом выходы первого и третьего полосовых фильтров подсоединены соответственно к первому и второму входам первой схемы выбора максимума, выход которой через фазовращатель на 90° подсоединен к первому входу фазового детектора, к второму входу которого подсоединен выход второй схемы выбора максимума, вход третьего полосового фильтра соединен со входом первого полосового фильтра, а вход четвертого полосового фильтра соединен со входом второго полосового фильтра, выход которого подсоединен к первому входу схемы сравнения и второму входу схемы выбора максимума, к первому входу которой и второму входу схемы сравнения подсоединен выход четвертого полосового фильтра.

5

10

15

20

25

30

35

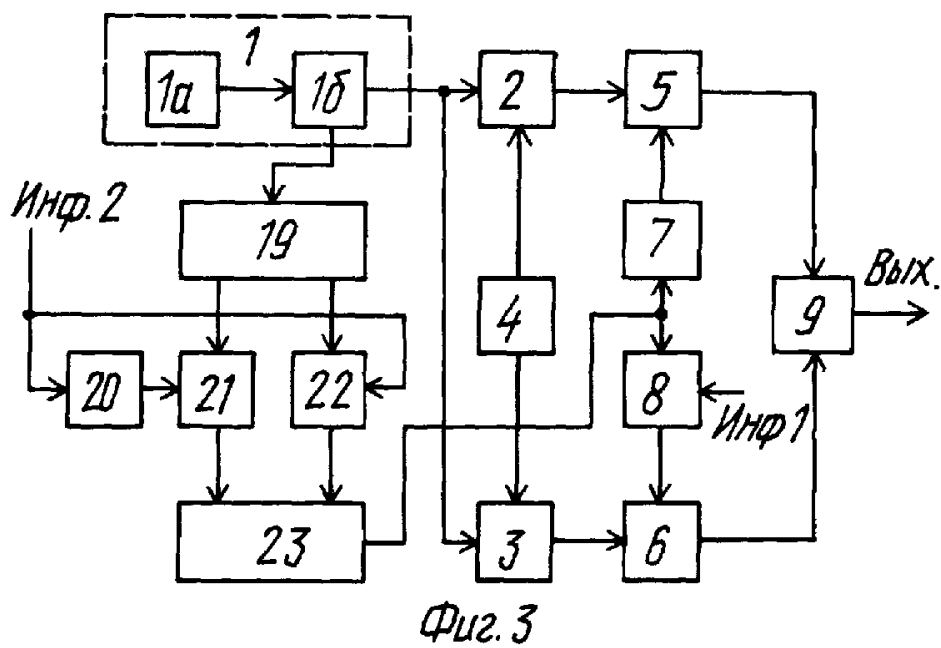
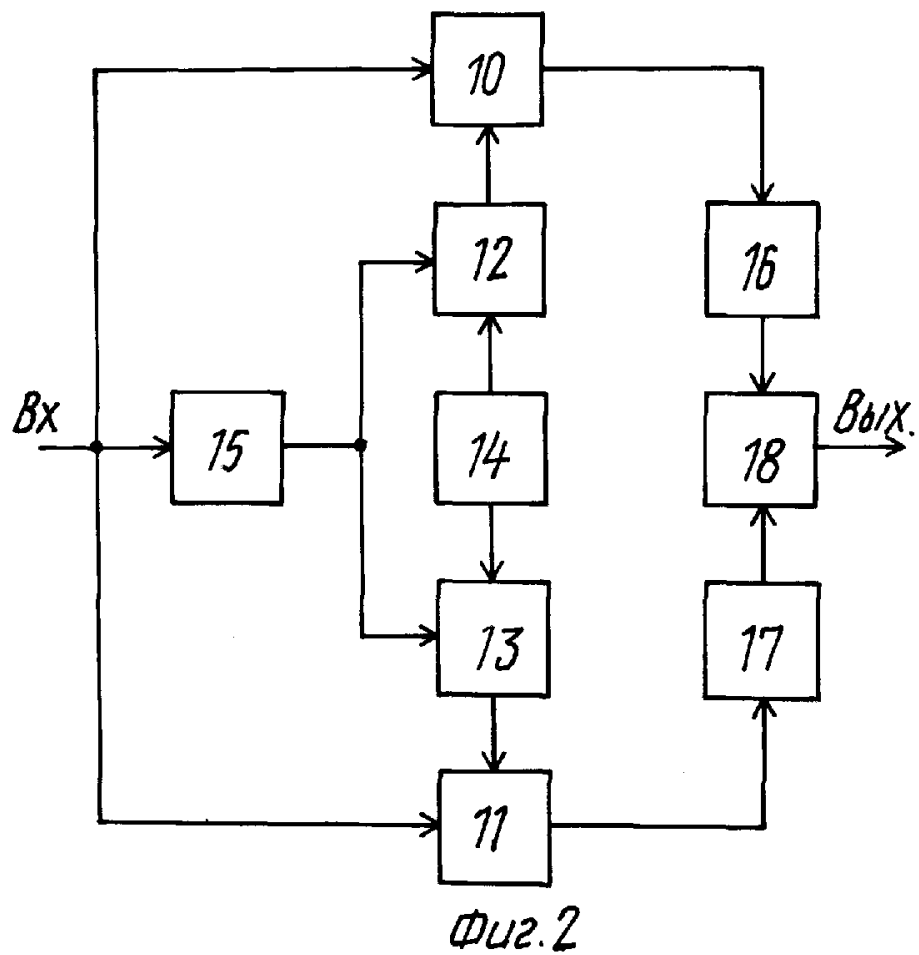
40

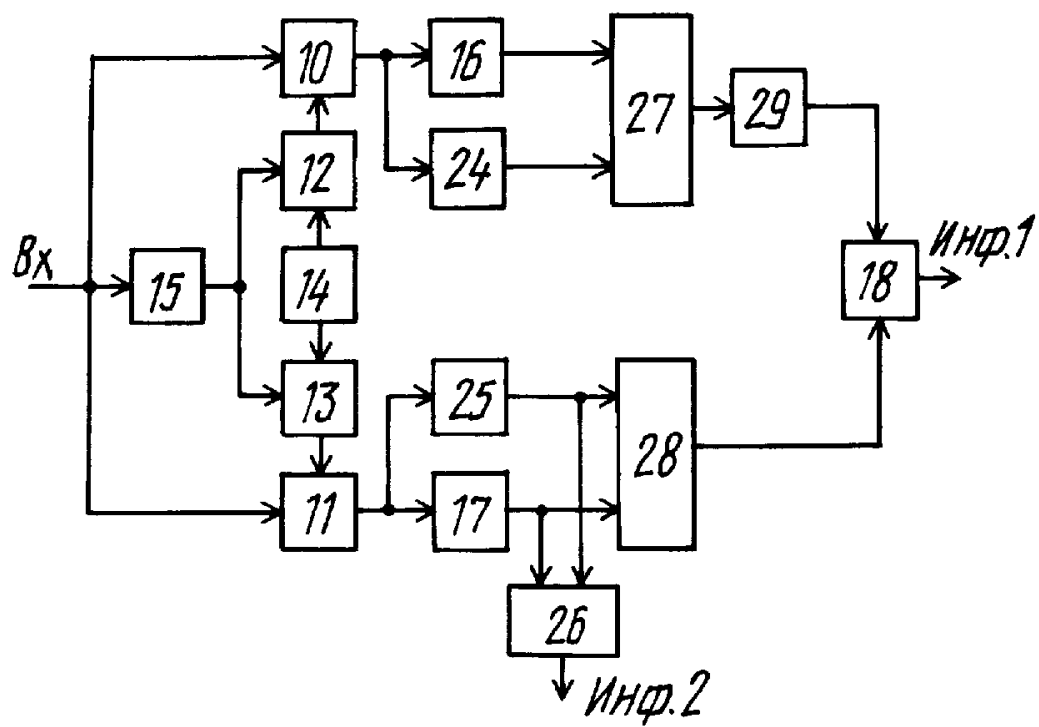
45

50

55

60





Фиг. 4