



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H04B 5/00 (2019.08); H04B 5/0043 (2019.08); H04B 5/0081 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019122660, 15.07.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.07.2019Дата регистрации:
31.07.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.07.2019

(45) Опубликовано: 31.07.2020 Бюл. № 22

Адрес для переписки:

660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, стр.
38, ИФ СО РАН, отдел патентной и
изобретательской работы

(72) Автор(ы):

Бабицкий Александр Николаевич (RU),
Беляев Борис Афанасьевич (RU),
Сушков Артем Александрович (RU),
Клешнина Софья Андреевна (RU),
Изотов Андрей Викторович (RU),
Боев Никита Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

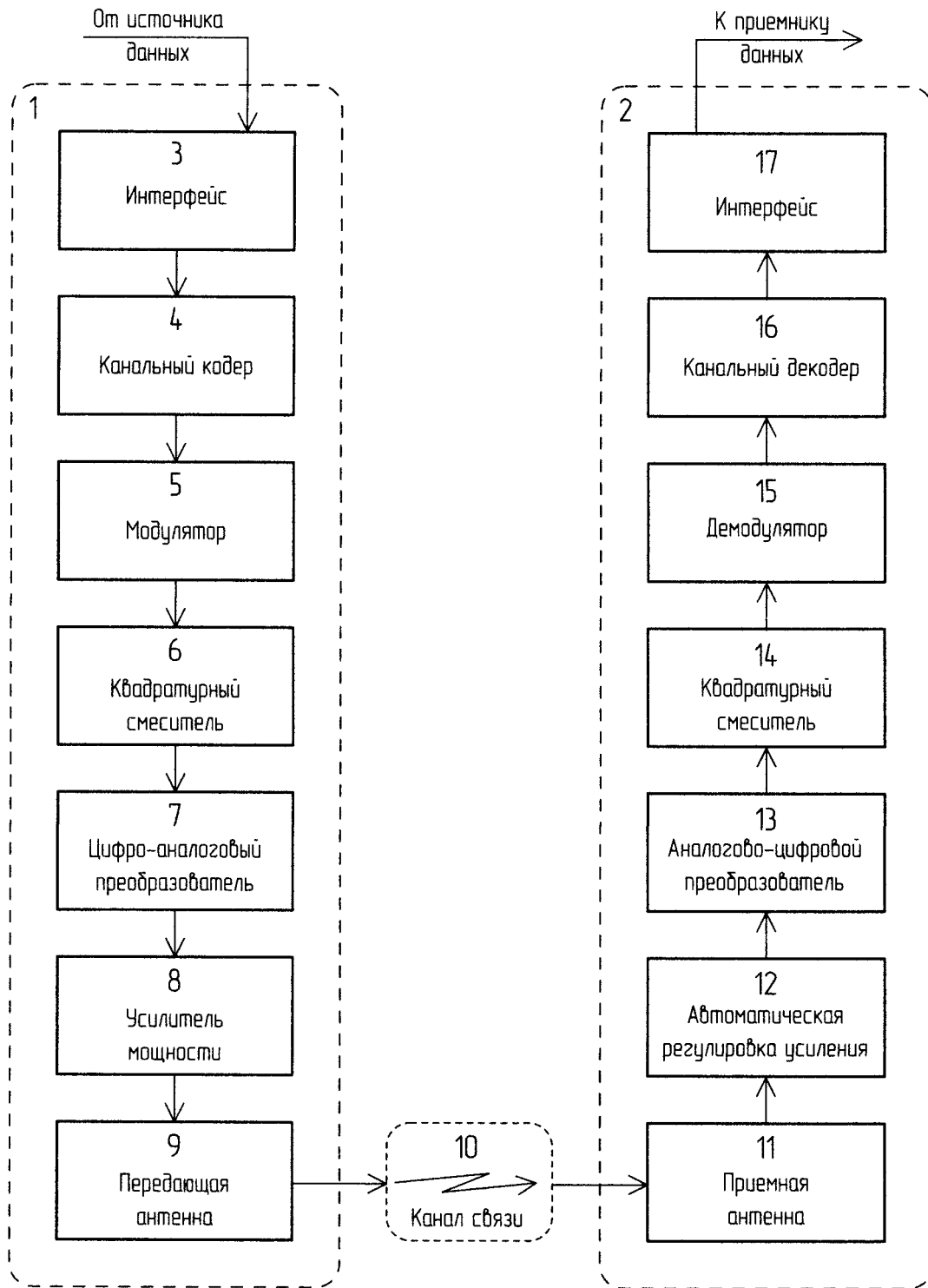
Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение "Федеральный
исследовательский центр "Красноярский
научный центр Сибирского отделения
Российской академии наук" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: Акционерное общество "Научно-
производственное предприятие "Радиосвязь",
СИСТЕМЫ СВЯЗИ И
РАДИОНАВИГАЦИИ, Сборник тезисов,
Под редакцией В.Ф. Шабанова, Красноярск
2016, с. 403-406. US 6219529 B1, 17.04.2001. US
2008171512 A1, 17.07.2008. RU 163174 U1,
10.07.2016. RU 2536083 C1, 20.12.2014.

(54) УСТРОЙСТВО БЛИЖНЕПОЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СВЯЗИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области связи, в частности ближнепольной магнитной связи, и предназначено для беспроводной передачи информации посредством модулирования низкочастотных магнитных полей, и может быть использовано для организации канала связи с различными подземными, подводными и др. объектами. Технический результат заключается в повышении стойкости системы ближнепольной магнитной связи к электрическим помехам, а также повышении помехозащищенности системы при работе в условиях узкополосных помех. Устройство состоит из передающей и приемной

частей, формируемое передающей антенной магнитное поле регистрируется приемной антенной, в качестве которой используется датчик слабых магнитных полей на основе микрополоскового резонатора с тонкими магнитными пленками, компенсационная катушка датчика слабых магнитных полей выполнена в виде печатной индуктивности на нескольких слоях многослойной печатной платы и располагается под магнитной пленкой, причем все элементы датчика, за исключением чувствительного элемента, расположены внутри электромагнитного экрана. 3 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

H04B 5/00 (2019.08); H04B 5/0043 (2019.08); H04B 5/0081 (2019.08)(21)(22) Application: **2019122660, 15.07.2019**(24) Effective date for property rights:
15.07.2019Registration date:
31.07.2020

Priority:

(22) Date of filing: **15.07.2019**(45) Date of publication: **31.07.2020 Bull. № 22**

Mail address:

**660036, g. Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, str.
38, IF SO RAN, otdel patentnoj i izobretatelskoj
raboty**

(72) Inventor(s):

**Babitskij Aleksandr Nikolaevich (RU),
Belyaev Boris Afanasevich (RU),
Sushkov Artem Aleksandrovich (RU),
Kleshnina Sofya Andreevna (RU),
Izotov Andrej Viktorovich (RU),
Boev Nikita Mikhajlovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
nauchnoe uchrezhdenie "Federalnyj
issledovatel'skij tsentr "Krasnoyarskij nauchnyj
tsentr Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii
nauk" (RU)**(54) **DEVICE FOR NEAR-FIELD MAGNETIC COUPLING**

(57) Abstract:

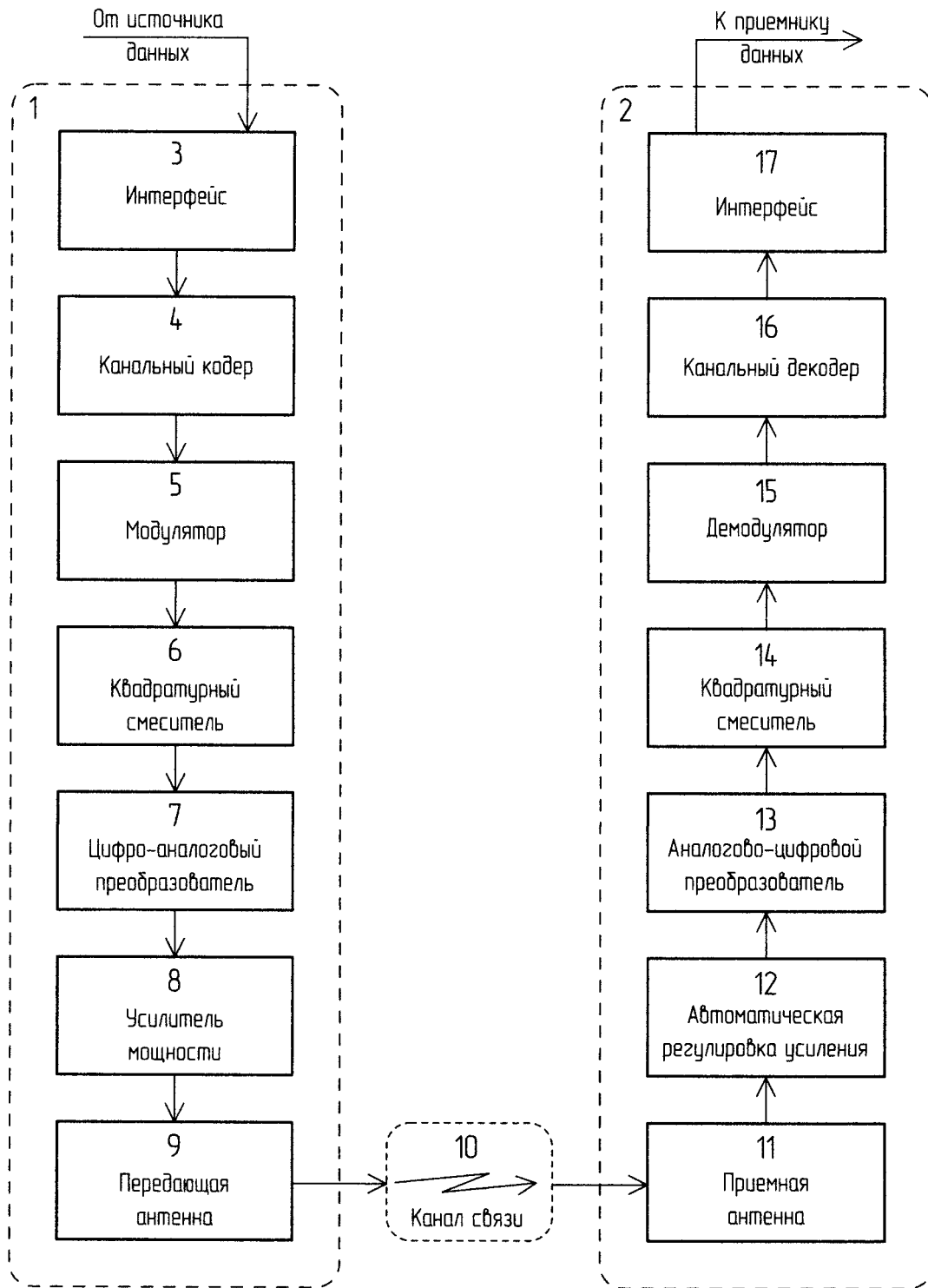
FIELD: electrical communication engineering.

SUBSTANCE: invention relates to communication, in particular, near-field magnetic coupling, and is intended for wireless information transmission by modulating low-frequency magnetic fields, and can be used for communication channel arrangement with various underground, underwater and other objects. Device consists of transmitting and receiving parts, magnetic field generated by transmitting antenna is registered by receiving antenna, in the form of a weak magnetic field sensor based on a microstrip resonator with thin magnetic films, the weak magnetic field sensor

compensation coil is in form of a printed inductance on several layers of the multilayer printed circuit board and is located under magnetic film, wherein all elements of sensor, except for sensitive element, are located inside electromagnetic shield.

EFFECT: technical result consists in improvement of near-field magnetic coupling system resistance to electric noises, as well as increase in the system noise immunity when operating under narrow-band interference conditions.

1 cl, 3 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к области передачи информации, а более конкретно - к устройствам для организации канала связи посредством модулирования низкочастотных магнитных полей и может быть использовано для передачи информации между различными подземными, подводными и другими объектами.

5 Известно устройство передачи информации посредством модулирования магнитных волн [Патент США №3898565, МПК H04B 5/00, H04B 5/0043, опубл. 05.08.1975], содержащее приемник для магнитной связи, в состав которого входят: источник возбуждения; антенный блок; схема обработки сигналов; управляющая схема. Источник возбуждения предназначен для формирования сигнала в антенном элементе,
10 выполненном на основе тонкой магнитной пленки. Антенный блок состоит из корпуса и антенны, состоящей из сердечника, тонкой магнитной пленки и катушки. Схема обработки сигнала содержит детектор, сигнал на выходе которого пропорционален разнице между максимальными положительной и отрицательной асимметричными амплитудами обрабатываемого сигнала, и фильтр. Выходной сигнал схемы обработки
15 поступает на управляющую схему, формирующую сигнал отрицательной обратной связи, подаваемый на катушку обратной связи, а также подаваемый на усилитель звуковой частоты и динамики.

Недостатком такого устройства является передача информации в аналоговом виде, что значительно ухудшает помехозащищенность системы связи, так как используемый
20 частотный диапазон перегружен промышленными и городскими помехами. Аналоговые виды модуляции имеют низкую стойкость к шумам и помехам, а также не позволяют регенерировать сигнал, т.е. восстанавливать сигнал, принятый с ошибками. Кроме того, чувствительный элемент, содержащий сердечник и катушку, помимо магнитной составляющей полезного сигнала способен принимать электрические помехи от
25 работающего электротехнического оборудования. Современное импульсное оборудование формирует широкий спектр электрических помех, который в значительной мере снижает рабочую дальность устройства передачи данных.

Известно устройство беспроводной связи с использованием только магнитной составляющей поля [Патент США №6219529, МПК H04B 7/24, опубл. 17.04.2001],
30 состоящее из приемника, где в качестве чувствительного к магнитному полю элемента используется аморфный магнитоимпедансный элемент, сопротивление которого изменяется в соответствии с параметрами модулированного магнитного поля.

Недостатком такого устройства является невысокая чувствительность приемного элемента устройства связи - магнитоимпедансного датчика. Тогда как при реализации,
35 например, подводных и подземных сетей передачи информации необходимо обеспечить высокую чувствительность приемного элемента - на уровне геомагнитных шумов.

Известен также способ и устройство беспроводной связи посредством магнитной индукции [Патент США №2008/0171512, МПК H04B 5/00, опубл. 17.07.2008], описывающий способ сетевой передачи информации посредством модулирования
40 переменного магнитного поля. Передатчик системы связи состоит из микроконтроллера, микросхемы прямого цифрового синтеза с источником тактирования, развязывающего трансформатора, усилителя мощности и передающей ферритовой магнитной антенны. Микроконтроллер управляет микросхемой прямого цифрового синтеза для формирования частотной, фазовой, широтно-импульсной и амплитудной манипуляций.
45 Приемник системы связи состоит из приемной ферритовой антенны, нескольких каскадов усиления с автоматической регулировкой уровня усиления и микропроцессора.

Недостатками известной конструкции являются низкая стойкость к электрическим помехам, к которым восприимчива приемная ферритовая магнитная антенна, и низкая

стойкость к узкополосным помехам в силу применения простейших видов манипуляций, отсутствия блоков канального кодирования.

Наиболее близким техническим решением является устройство ближнепольной магнитной связи [Бабицкий А.Н., Беляев Б.А., Боев Н.М., Сушков А.А., Клешина С.А., Королев Е.В., Галеев Р.Г. Системы ближнепольной магнитной передачи информации // Системы связи и радионавигации, 2017. - 416 с. (прототип)], включающее передающую часть, содержащую канальный декодер, формирователь комплексной огибающей, квадратурный смеситель, цифро-аналоговый преобразователь, усилитель мощности и передающую магнитную антенну, и приемную часть, содержащую магнитную антенну, в качестве которой может быть использован датчик слабых магнитных полей на основе тонких магнитных пленок, каскад автоматической регулировки усиления, аналого-цифровой преобразователь, квадратурный смеситель, блок демодуляции и канальный декодер.

Недостатком конструкции прототипа является чувствительность к электрической составляющей электромагнитных помех, что значительно ограничивает дальность работы системы связи в условиях городского электромагнитного шума. Конструкция применяемого широкополосного датчика слабых магнитных полей на основе тонких магнитных пленок не имеет элементов электрического экранирования и не предназначена для эксплуатации в условиях промышленных и городских шумов.

Наряду с этим, из предыдущего уровня техники известен малогабаритный высокочастотный магнитометр [п.м. РФ №163174, МПК G01R 33/05, опубл. 10.07.2016, бюл. №19], предназначенный для применения в измерительной технике и в магнитометрии, а также используемый в качестве высокочастотной магнитной антенны. Магнитометр содержит многослойную печатную плату, на которой размещаются микрополосковые резонаторы с тонкой магнитной пленкой. Особенностью конструкции является использование компенсационной катушки магнитных полей, выполненной в виде печатной индуктивности на нескольких слоях многослойной печатной платы.

Использование такого малогабаритного высокочастотного магнитометра в качестве высокочастотной магнитной антенны позволяет реализовать все преимущества компенсационной схемы измерений и при этом не экранировать высокочастотную составляющую магнитного поля. К тому же все элементы конструкции малогабаритного высокочастотного магнитометра, за исключением микрополоскового резонатора с тонкими магнитными пленками и компенсационной катушки, могут быть размещены внутри электромагнитного экрана с целью повышения стойкости устройства к электромагнитным помехам.

Техническим результатом изобретения является повышение стойкости системы ближнепольной магнитной связи к электрическим помехам, а также повышение помехозащищенности системы при работе в условиях узкополосных помех.

Технический результат достигается тем, что в устройстве ближнепольной магнитной связи, включающем передающую часть с интерфейсом приема данных от источника информации, канальным кодером, блоком многочастотной модуляции, цифро-аналоговым преобразователем, усилителем мощности, передающей магнитной антенной и приемную часть с приемной магнитной антенной, где в качестве приемной магнитной антенны используется датчик слабых магнитных полей на основе микрополоскового резонатора с тонкими магнитными пленками, а также каскадом автоматической регулировки усиления, аналого-цифровым преобразователем, демодулятором, декодером и интерфейсом передачи данных потребителю, новым является то, что компенсационная катушка датчика слабых магнитных полей выполнена в виде печатной индуктивности

на нескольких слоях многослойной печатной платы и располагается под магнитной пленкой, а все элементы приемной антенны, за исключением микрополоскового резонатора с тонкими магнитными пленками и компенсационной катушки, находятся внутри электромагнитного экрана.

5 Существенным отличием заявляемого устройства от прототипа, является применение датчика слабых магнитных полей на основе микрополоскового резонатора с тонкими магнитными пленками, в котором компенсационная катушка (катушка обратной связи), выполнена в виде печатной индуктивности на нескольких слоях многослойной печатной
10 платы и расположена под магнитной пленкой. Это позволяет компенсировать низкочастотную составляющую магнитного поля и не экранировать высокочастотную составляющую магнитного поля. Такая особенность дает возможность экранировать элементы конструкции датчика и всего приемного устройства, что значительно снижает его чувствительность к электрической составляющей электромагнитного поля.

Таким образом, перечисленные выше отличительные от прототипа признаки
15 позволяют сделать вывод о соответствии заявляемого технического решения критерию «новизна».

Сравнение заявляемого решения с другими техническими решениями показывает, что известно применение адаптивной многочастотной модуляции с кодированием (COFDM) для борьбы с импульсными помехами в системах ближнепольной магнитной
20 связи с подземными и подводными объектами [Бабицкий А.Н., Беляев Б.А., Боев Н.М., Сушков А.А., Клешина С.А., Королев Е.В., Галеев Р.Г. Системы ближнепольной магнитной передачи информации // Системы связи и радионавигации, 2017. - 416 с]. Известно использование многочастотной модуляции (OFDM) при решении задач только подводной связи [п. US 8682244 B2, МПК H04B 13/02, опубл. 25.03.2014]. Известен и
25 датчик слабых магнитных полей на основе микрополоскового резонатора с тонкими магнитными пленками [п.м. РФ №163174, МПК G01R 33/05, опубл. 10.07.2016, бюл. №19], но при их использовании с остальными элементами схемы, проявляются новые свойства: конструкция датчика позволяет компенсировать низкочастотную составляющую магнитного поля и не экранировать высокочастотную составляющую
30 магнитного поля, при этом становится возможной экранировка элементов конструкции датчика и всего приемника системы связи, что делает его нечувствительным к электрической составляющей электромагнитного поля; одновременно с этим для передачи сигнала используется многочастотная модуляция с канальным кодированием (COFDM), что в итоге повышает эффективность работы системы связи в условиях помех
35 и дает возможность работы в условиях промышленного и городского шума.

Таким образом, заявляемое изобретение представляет собой совокупность известных элементов, выбор которых и связь между которыми осуществлены на основании известных правил, но совместное использование этих элементов в такой
40 функциональности не следует явным образом из известного уровня техники и позволяет повышать стойкость системы ближнепольной магнитной связи к электрическим помехам, а также повышать помехозащищенность системы при работе в условиях узкополосных помех. Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод о соответствии технического решения критерию «изобретательский уровень».

Данное техническое решение поясняется чертежом (фиг. 1), где изображена
45 структурная схема устройства ближнепольной магнитной связи; чертежом общего вида приемной антенны (фиг. 2) и чертежом (фиг. 3) приемной антенны с разнесенными частями.

Устройство ближнепольной магнитной связи включает в себя (фиг. 1) передающую

(1) и приемную (2) части. Передающая часть (1) включает последовательно соединенные интерфейс (3), канальный кодер (4), модулятор (5), квадратурный смеситель (6), цифро-аналоговый преобразователь (7), усилитель мощности (8) и передающую антенну (9), которые могут быть выполнены в виде отдельных блоков или в виде единого передающего устройства. Передающая часть (1) через канал связи (10) соединена с приемной частью (2). Приемная часть (2) включает последовательно соединенные приемную антенну (11), систему автоматической регулировки усиления (12), аналого-цифровой преобразователь (13), квадратурный смеситель (14), демодулятор (15), канальный декодер (16) и интерфейс (17), которые могут быть выполнены в виде отдельных блоков или в виде единого приемного устройства.

Конструкция приемной антенны (11) показана на фиг. 2, на фиг. 3 показан чертеж конструкции с разнесенными частями. Электроника приемной антенны (11) размещена внутри электромагнитного экрана (18), снаружи экрана расположены микрополосковый резонатор (19) с тонкими магнитными пленками (20) и компенсационная катушка (21). Электромагнитный экран (18), показанный на фиг. 2 и фиг. 3, может быть выполнен, например, из немагнитных сплавов латуни или алюминия. Части экрана скрепляются между собой таким образом (фиг. 3), чтобы все элементы, за исключением микрополоскового резонатора (19) с тонкими магнитными пленками (20) и компенсационной катушки (21), находились внутри электромагнитного экрана (18). При этом связь между элементами устройства осуществляется через печатную плату, для которой предусматривается паз (фиг. 3) в электромагнитном экране (18).

Устройство работает следующим образом: При работе передатчика (1) системы ближнепольной магнитной связи информация от источника данных в цифровом виде поступает через интерфейс (3) на канальный кодер (4) для повышения помехоустойчивости канала связи, выходной сигнал с канального кодера поступает на модулятор (5), формирующий комплексную огибающую сигнала с многочастотной модуляцией, которая переносится на несущую частоту квадратурным смесителем (6). Выходной сигнал квадратурного смесителя (6) преобразуется в аналоговый вид цифро-аналоговым преобразователем (7), после чего сигнал поступает на усилитель мощности (8). Усилитель мощности (8) формирует сигнал для передающей антенны (9), которая формирует модулированное переменное магнитное поле в канале связи (10). Переменное магнитное поле регистрируется приемной антенной (11) приемника системы связи (2). Сигнал с выхода приемной антенны (11) поступает на каскад автоматической регулировки усиления (12), после чего аналого-цифровым преобразователем (13) выполняется преобразование сигнала в цифровой вид. Далее с выхода аналого-цифрового преобразователя (13) цифровой сигнал поступает на квадратурный смеситель (14), который переносит спектр сигнала на промежуточную частоту. Выходной сигнал квадратурного смесителя (14) подается на демодулятор (15), выполняющий функции синхронизации и демодулирования сигнала с многочастотной модуляцией. Выходной сигнал демодулятора поступает на канальный декодер (16), выходные данные которого посредством интерфейса (17) в цифровом виде передаются потребителю (приемнику данных).

В связи с тем, что в качестве приемной антенны (11) используется датчик слабых магнитных полей на основе микрополоскового резонатора (19) с тонкими магнитными пленками (20), удастся значительно улучшить характеристики системы ближнепольной магнитной связи. Указанный датчик обладает высокой чувствительностью, широкой полосой рабочих частот, постоянным коэффициентом преобразования во всем частотном диапазоне. Отличительной особенностью датчика является компенсационная

катушка (21), выполненная в виде печатной индуктивности на нескольких слоях многослойной печатной платы, которая находится под магнитной пленкой, что позволяет компенсировать низкочастотную составляющую магнитного поля и не экранировать высокочастотную составляющую магнитного поля. Существенно важно, что такая конструкция датчика дает возможность экранировки его элементов и делает его нечувствительным к электрической составляющей электромагнитного поля.

Следует отметить, что в составе структурной схемы устройства ближнепольной магнитной связи присутствуют блоки канального кодирования и многочастотной модуляции сигнала (COFDM), за счет чего также повышается эффективность работы системы связи в условиях промышленных и городских помех.

(57) Формула изобретения

Устройство ближнепольной магнитной связи, включающее передающую часть с интерфейсом приема данных от источника информации, канальным кодером, блоком многочастотной модуляции, цифро-аналоговым преобразователем, усилителем мощности, передающей магнитной антенной и приемную часть с приемной магнитной антенной, где в качестве приемной магнитной антенны используется датчик слабых магнитных полей на основе микрополоскового резонатора с тонкими магнитными пленками, а также каскадом автоматической регулировки усиления, аналого-цифровым преобразователем, демодулятором, декодером и интерфейсом передачи данных потребителю, отличающееся тем, что компенсационная катушка датчика слабых магнитных полей выполнена в виде печатной индуктивности на нескольких слоях многослойной печатной платы и располагается под магнитной пленкой, а все элементы приемной антенны, за исключением микрополоскового резонатора с тонкими магнитными пленками и компенсационной катушки, находятся внутри электромагнитного экрана.

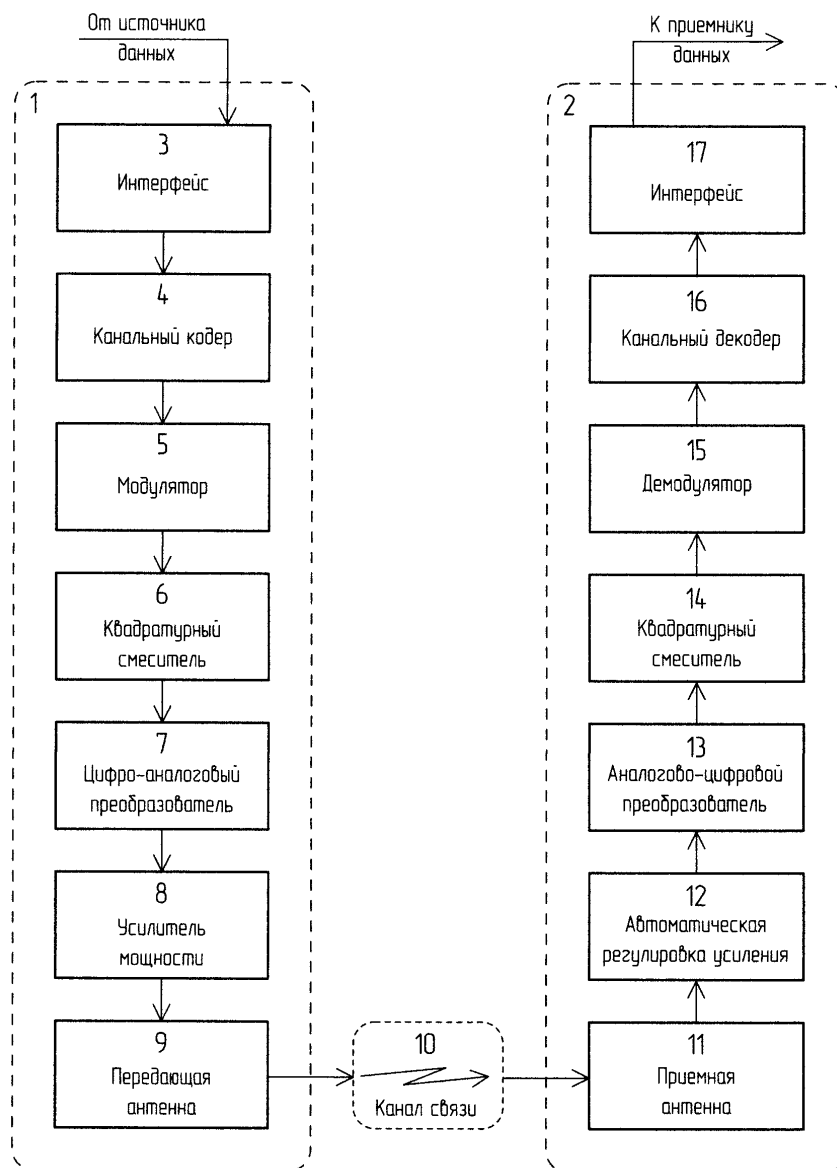
30

35

40

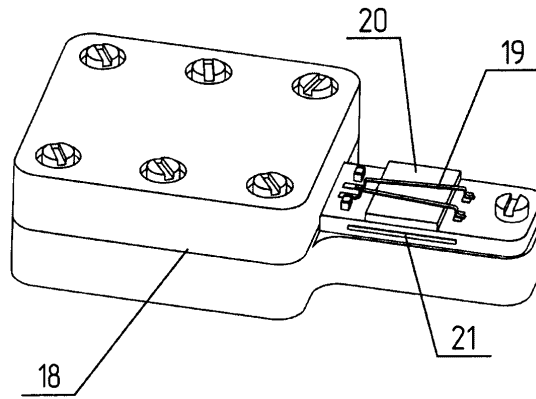
45

1

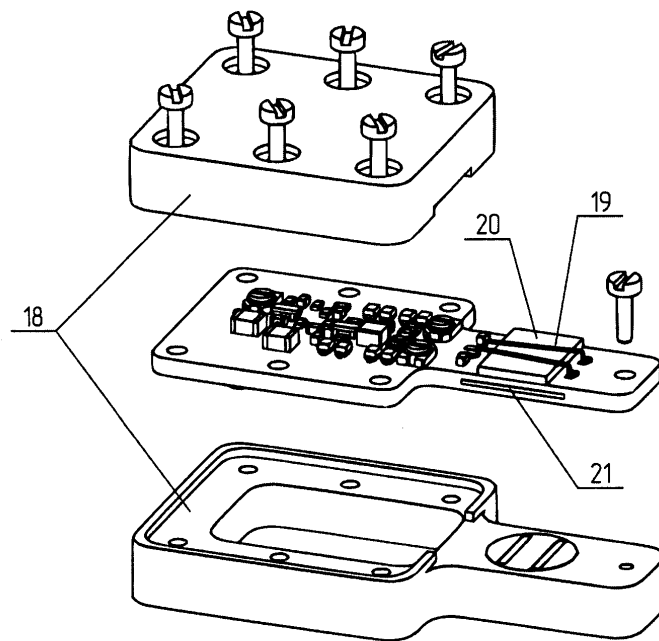


Фиг. 1

2



Фиг. 2



Фиг. 3