



(51) МПК  
*B66C 23/88* (2006.01)  
*B66C 13/18* (2006.01)  
*B66C 15/00* (2006.01)  
*G01P 21/00* (2006.01)  
*G01L 25/00* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2010131405/11, 28.07.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 28.07.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.07.2010

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2012 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: 10.05.2012 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2251524 C2, 10.05.2005. RU 87418 U1, 10.10.2009. RU 2282576 C2, 27.08.2006. RU 2343104 C2, 10.01.2009. RU 2004116481 A, 10.01.2005. RU 2002130849 A, 20.06.2003. EP 1221426 A2, 10.07.2002. JP 9196787 A 31.07.1997.

Адрес для переписки:

105064, Москва, а/я 380, ООО "НПП "ЭГО",  
 И.Г. Фёдорову

(72) Автор(ы):

**Володин Сергей Егорович (RU),  
 Каминский Леонид Станиславович (RU),  
 Неговелов Семён Николаевич (RU),  
 Фёдоров Игорь Германович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной  
 ответственностью "Научно-  
 производственное предприятие "ЭГО" (RU)**

**(54) СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ МЕЖДУ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ И  
 УПРАВЛЯЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ И ЛИНИЯ СВЯЗИ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

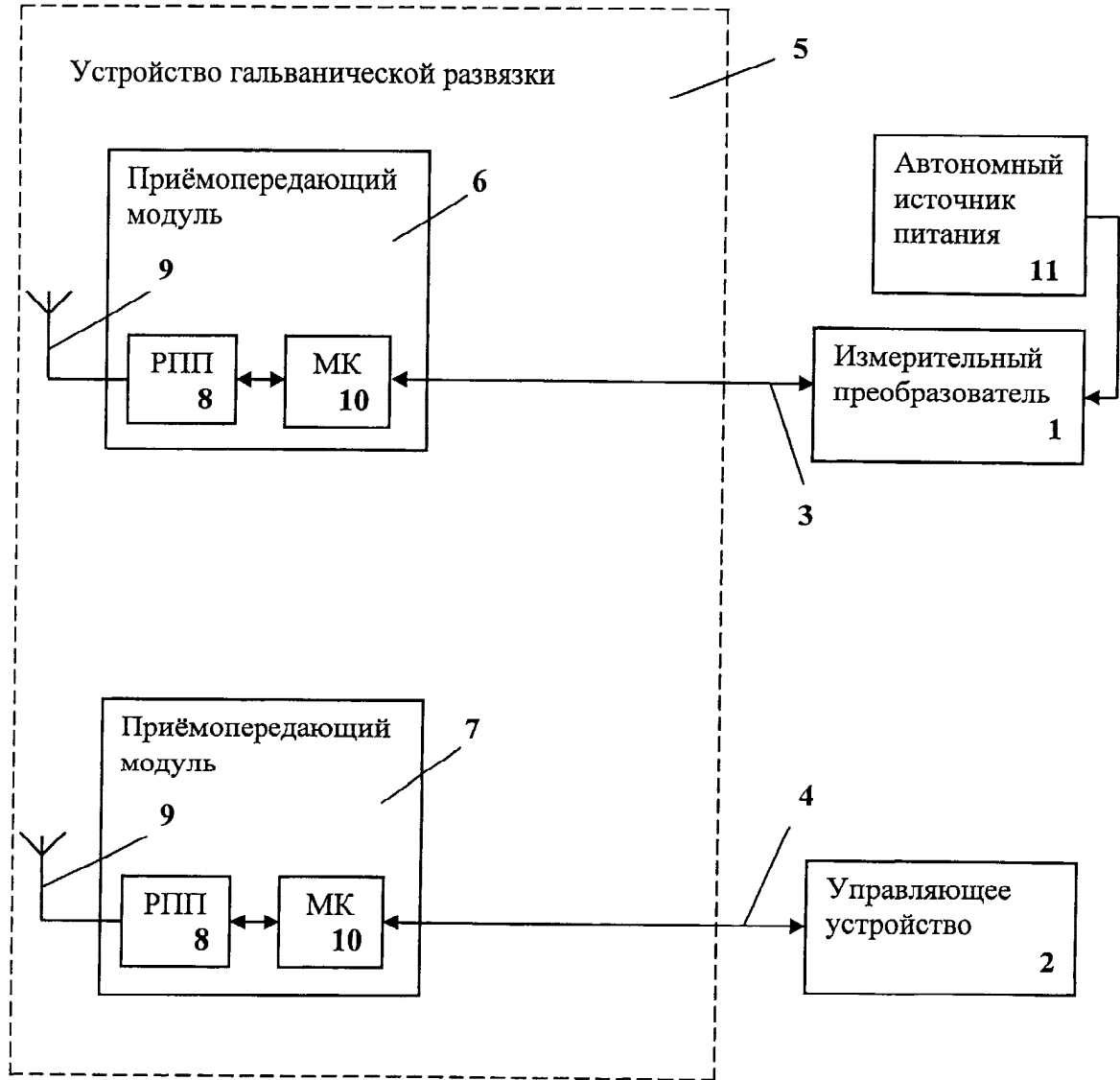
(57) Реферат:

Изобретение относится к технике электрической связи и может быть использовано в системах контроля, управления и защиты грузоподъемных машин. Способ передачи данных между измерительным преобразователем и управляющим устройством включает преобразование измерительных сигналов в электрические сигналы и передачу их по гальванически развязанным линиям связи. В качестве гальванической развязки используют два разнесенных приемопередающих модуля, связанные через проводные линии связи с измерительным преобразователем и управляющим устройством и связанные между собой посредством радиоканала. До передачи данных определяют адреса модулей, задают допустимую и определяют фактическую ошибку измерения и рассогласование между

фактической и допустимой ошибкой. Преобразуют код проводной в код беспроводной линии. Преобразуют данные в радиоизлучение антенны модуля, с частотой преобразования сигналов с последовательным кодом в радиоизлучение, зависящей от рассогласования между фактической и допустимой ошибкой измерения. При приеме данных производят обратное преобразование данных в электрические сигналы и передают их по проводной линии в управляющее устройство. Линия связи между измерительным преобразователем содержит две проводные гальванически развязанные линии связи, включающие двухпроводную линию обмена данными и двухпроводную линию электропитания. Гальваническая развязка выполнена на приемопередающих модулях, которые содержат приемопередатчик с антенной и микроконтроллер для хранения

адресов модулей и выбора частоты преобразования сигналов и формирования данных. Решение направлено на повышение надежности передачи данных и снижение

энергопотребления линии связи и измерительных преобразователей. 2 н. и 5 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

RU 2449940 C2

RU 2449940 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*B66C 23/88* (2006.01)  
*B66C 13/18* (2006.01)  
*B66C 15/00* (2006.01)  
*G01P 21/00* (2006.01)  
*G01L 25/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2010131405/11, 28.07.2010

(24) Effective date for property rights:  
28.07.2010

Priority:

(22) Date of filing: 28.07.2010

(43) Application published: 10.02.2012 Bull. 4

(45) Date of publication: 10.05.2012 Bull. 13

Mail address:

105064, Moskva, a/ja 380, OOO "NPP "EhGO",  
I.G. Fedorovu

(72) Inventor(s):

Volodin Sergej Egorovich (RU),  
Kaminskij Leonid Stanislavovich (RU),  
Negovellov Semen Nikolaevich (RU),  
Fedorov Igor' Germanovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvenost'ju  
"Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatje "EhGO"  
(RU)(54) **METHOD OF TRANSMITTING DATA BETWEEN MEASURING TRANSDUCER AND CONTROL DEVICE AND COMMUNICATION LINE FOR REALISING SAID METHOD**

(57) Abstract:

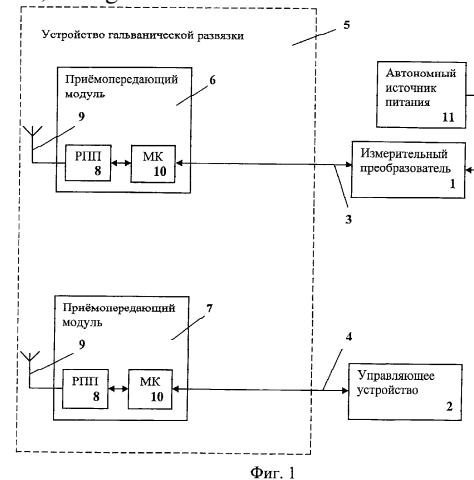
FIELD: physics, communications.

SUBSTANCE: invention relates to electrical communication engineering and can be used in systems for monitoring, controlling and protecting hoisting machines. The method of transmitting data between a measuring transducer and a control device involves converting measurement signals to electric signals and transmitting them over galvanically isolated communication lines. The galvanic decoupler used is two spaced-apart transmit-receive modules connected through wire lines to the measuring transducer and a control device, and connected to each other by a radio channel. Before transmitting data, the address of the modules is determined, the allowable measurement error is set and the actual measurement error is determined, and the mismatch between the two errors is determined. The wire line code is converted to a wireless line code. Data are converted to radio emission of the module antenna, with conversion frequency of signals with a serial code to radio emission which depends on the mismatch between the actual and the allowable measurement error. When receiving data, reverse conversion of data to electric signals is performed and said signals are transmitted over a wire line to the control device. The communication line between

the measuring transducer has two galvanically isolated wire lines, including a double-wire communication line and a double-wire power line. The galvanic isolation is based on transmit-receive modules having a transceiver with an antenna and a microcontroller for storing module addresses, and selection of signal conversion frequency and data generation.

EFFECT: high reliability of data transmission and reduced power consumption of the communication line and measuring transducers.

7 cl, 3 dwg



Изобретение относится к технике электрической связи и может быть использовано, в частности, в системах контроля, управления и защиты грузоподъемных машин с проводной и беспроводной передачей электрических сигналов между датчиками параметров грузоподъемной машины и управляющим устройством.

Известен способ передачи данных между измерительными преобразователями и управляющим устройством системы безопасности грузоподъемного крана, включающий преобразование измерительных и управляющих сигналов в электрические сигналы с последовательным кодом и передачу их в управляющее устройство системы безопасности по кабельной линии связи, включающей в себя двухпроводную линию обмена данными для приема и передачи последовательных цифровых сигналов и двухпроводную линию электропитания (RU 38747 U1, 05.04.2004).

Данный способ передачи данных обладает недостаточной надежностью из-за низкой помехозащищенности линии связи от линий электропередач, грозовых разрядов и иных атмосферных явлений, а также при работе в условиях промышленных объектов: в непосредственной близости от мощных двигателей, сварочных агрегатов, коммутирующей аппаратуры, электроплавильных печей или других источников сильного электромагнитного излучения. В такой среде очень велика вероятность потерь данных или возникновения ошибок при передаче информации с последующим отключением приборами безопасности дорогостоящего оборудования, что увеличивает стоимость его простоя, а в некоторых случаях является совершенно недопустимым, например, в металлургическом производстве. Кроме того, одна из наиболее серьезных проблем, возникающих при передаче данных между разнесенными на значительные расстояния (10-100 м и более) электронными устройствами - несовпадение нулевых потенциалов этих устройств, так называемых «земель». Если непосредственно соединить земляные цепи разных устройств при помощи провода или экрана кабеля, то возникают паразитные контуры, по которым начинают проходить земляные токи. Они вызывают искажения сигналов, помехи и повышенный уровень излучения, а при большой разности земляных потенциалов могут приводить к повреждениям устройств.

Известен также способ передачи данных между модулями системы безопасности грузоподъемного крана, включающий преобразование измерительных и управляющих сигналов в электрические сигналы с последовательным кодом, преобразование сформированных электрических сигналов в радиоизлучение, периодическую передачу этого излучения, прием излучения пунктами приема и преобразование принятого излучения в электрические измерительные и управляющие сигналы. Линия связи для осуществления данного способа содержит введенные в модули передатчики и приемники радиочастотного излучения, входы и выходы которых соединены соответственно с выходами блоков формирования и с входами блоков приема последовательных цифровых сигналов соответствующих модулей, а также соединяющий приемопередатчики модулей радиоканал передачи данных (RU 2251524, 20.06.2003).

В соответствии с данным способом цифровой последовательный код, используемый в модулях для проводной связи, передается и принимается приемопередатчиками без какого бы то ни было преобразования его в код для радиопередачи. Известно, что для обеспечения требуемой надежности и помехозащищенности протоколы передачи данных по проводным и по беспроводным каналам имеют совершенно разную структуру, кодировку и методы контроля правильности обмена и способы обеспечения помехозащищенности, обусловленные именно особенностями среды

передачи сигнала - по проводам или по радиоканалу. А в системах безопасности, в силу присущих им особенностей, зачастую применяются нестандартные протоколы проводного обмена, что делает просто невозможной их непосредственную передачу или прием посредством радиоканала, так как приемопередатчики обычно  
5 выполняются в виде законченных микросхем промышленного изготовления, на вход которых должен подаваться сигнал, соответствующий какому-либо стандартному протоколу, а не произвольный сигнал, как это предлагается в данной линии связи. Высокочастотный приемопередатчик типа R5/T5 фирмы Solutions, приведенный в  
10 описании примера реализации такой линии связи, вообще не может быть использован для передачи или приема известного последовательного протокола и может использоваться лишь в простейших изделиях типа брелков для дистанционного (на расстояние 3-5 м) включения иммобилайзеров и постановки автомобилей на охрану. Кроме того, известная линия связи имеет и другие существенные недостатки. Это, в  
15 первую очередь, введенные в модули передатчики и приемники радиочастотного излучения повышенной мощности (до 100 мВт для обеспечения требуемой дальности связи). Введение в модуль управления, устанавливаемый в кабине оператора крана, приемопередатчика радиоизлучения приводит к длительному облучению оператора крана и может оказаться небезопасным для его здоровья. Модуль управления и  
20 остальные модули системы безопасности при этом теряют универсальность использования, т.е. не могут использовать в случае необходимости кабельную линию связи, которая имеет гораздо меньшую стоимость изготовления и при отсутствии помех более целесообразна, чем радиоканал. Введение в каждый модуль системы безопасности приемопередатчика неоправданно значительно повышает стоимость  
25 всей системы, усложняет ее конструкцию, настройку и эксплуатацию.

Известен также способ передачи данных между измерительным преобразователем и управляющим устройством (модулями системы безопасности грузоподъемного  
30 крана), включающий преобразование измерительных сигналов в электрические сигналы с последовательным кодом и передачу электрических сигналов по двум проводным гальванически развязанным линиям связи. Линия связи для осуществления данного способа содержит две локальные проводные гальванически развязанные  
35 линии связи, включающие в себя двухпроводную линию обмена данными и двухпроводную линию электропитания. Устройство гальванической развязки включает в себя цифровой изолятор, встроенный в линию обмена данными, и изолирующий преобразователь напряжения постоянного тока в напряжение  
40 постоянного тока, встроенный в линию электропитания, с отдельным питанием частей схемы цифрового изолятора от изолированных источников питания указанного изолирующего преобразователя (RU 87418 U1, 10.10.2009).

Данный способ и линия связи для его осуществления, выбранные заявителем в качестве прототипа, обеспечивают повышенную надежность передачи данных между  
45 стационарными модулями системы безопасности грузоподъемного крана путем повышения помехозащищенности линии связи от внешних электромагнитных наводок. Линия связи успешно решает вопросы помехозащищенности благодаря наличию гальванической развязки в цепях питания и проводных сигнальных цепях, соединяющих модули данной системы. Однако эта линия не допускает возможности  
50 соединения базового модуля (управляющего устройства) с модулями, установленными на подвижных и/или вращающихся узлах крана. На мостовых кранах, например, такими узлами являются: поворотная грузовая тележка с углами поворота, большими 360°, грузовая тележка с троллейным токоподводом, крюковая обойма с

установленным в ней преобразователем в виде датчика силы, а также подвижная кабина оператора крана для козловых и контейнерных кранов. На кранах обычно даже неподвижные проводные соединения между модулями системы безопасности подвержены частым и многочисленным разрывам, а соединения с подвижными модулями по проводам в ряде случаев просто невозможны.

Задачей, на решение которой направлены заявленные изобретения, является разработка способа передачи данных между периферийными измерительными преобразователями и базовым управляющим устройством и линии связи для его осуществления, обеспечивающих повышенную надежность передачи данных от измерительных преобразователей, снабженных автономными, например батарейными, источниками питания, имеющими ограниченную емкость, и прокладка сигнальных жгутов и жгутов питания к этим измерительным преобразователям нецелесообразна, затруднена или просто невозможна, в том числе к измерительным преобразователям, которые установлены на подвижных, поворотных или вращающихся элементах конструкции крана и в процессе работы крана перемещаются и/или вращаются. Еще одной задачей изобретения является создание линии связи, сочетающей в себе относительно невысокую стоимость и простоту кабельного соединения с линией связи группы периферийных измерительных преобразователей, размещенных в одной конструкционной зоне и снабженных одним автономным источником питания, с высокой помехозащищенностью гальванической развязки и продолжительным временем питания измерительных преобразователей от автономного источника питания без его замены или подзарядки. Дополнительные решаемые задачи и преимущества заявленных изобретений будут понятны из последующего описания.

Поставленные технические задачи достигаются тем, что в способе передачи данных между измерительным преобразователем и управляющим устройством, включающем преобразование измерительных и управляющих сигналов в электрические сигналы с последовательным кодом и передачу электрических сигналов по двум проводным гальванически развязанным линиям связи, согласно изобретению в качестве гальванической развязки используют два разнесенных приемопередающих модуля, подключенные через проводные линии связи к измерительному преобразователю и управляющему устройству и связанные между собой с помощью радиоканала с образованием беспроводной линии связи; до передачи данных определяют уникальные адреса приемопередающих модулей с запоминанием их в энергонезависимой памяти микроконтроллеров приемопередающих модулей, и задают с помощью компьютера либо другого внешнего устройства допустимую ошибку измерения; после включения и перехода в рабочий режим измерительного преобразователя определяют фактическую ошибку измерения и рассогласование между фактической и допустимой ошибкой измерения по величине и знаку, преобразуют последовательный код проводной линии в цифровой последовательный код беспроводной линии, формируют пакеты данных для передачи по радиоканалу и преобразуют их в радиоизлучение антенны приемопередающего модуля, подключенного к измерительному преобразователю, с частотой преобразования электрических сигналов с последовательным кодом в радиоизлучение, зависящей от рассогласования между фактической и допустимой ошибкой измерения; а при приеме радиоизлучения антенной приемопередающего модуля, связанного с управляющим устройством, производят обратное преобразование пакетов данных в электрические сигналы с последовательным кодом и передают их по проводной линии в

управляющее устройство.

Для линии связи, реализующей заявленный способ передачи данных между измерительным преобразователем и управляющим устройством, поставленные 5 технические задачи достигаются тем, что в линии связи, содержащей две локальные проводные гальванически развязанные линии связи, включающие в себя двухпроводную линию обмена данными и двухпроводную линию электропитания, согласно изобретению гальваническая развязка проводных линий связи выполнена на 10 двух разнесенных приемопередающих модулях, подключенные через локальные проводные линии связи в виде переходных кабелей к измерительному преобразователю и управляющему устройству и связанные между собой с помощью радиоканала с образованием беспроводной линии связи, с электропитанием одного из них от управляющего устройства, а другого - от измерительного преобразователя, 15 снабженного автономным источником питания, каждый из приемопередающих модулей содержит радиочастотный приемопередатчик с антенной и, по крайней мере, один микроконтроллер со встроенным или внешним запоминающим устройством в виде энергонезависимой памяти, при этом микроконтроллер приспособлен для определения и хранения в запоминающем устройстве его индивидуального адреса и 20 адреса приемопередающего модуля, которому предназначена передаваемая информация, а также для выбора частоты преобразования электрических сигналов с последовательным кодом в радиоизлучение в зависимости от рассогласования между фактической и допустимой ошибкой измерения по величине и знаку и, кроме того, для согласования протоколов передачи данных по проводным и беспроводной линиям 25 связи и формирования пакетов для передачи данных по указанным линиям.

При этом микроконтроллер приемопередающего модуля, подключенного к измерительному преобразователю, дополнительно приспособлен для записи в 30 запоминающее устройство допустимой ошибки измерения с помощью компьютера, либо другого внешнего устройства, определения фактической ошибки измерения, сравнения ее с допустимой ошибкой измерения и определения рассогласования между ними по величине и знаку.

Предпочтительно приемопередающий модуль, подключенный к измерительному преобразователю, дополнительно содержит устройство для контроля электрического 35 напряжения.

При этом микроконтроллер приемопередающего модуля, подключенного к измерительному преобразователю, снабжен встроенным или внешним аналого-цифровым преобразователем, на основе которого выполнено устройство для 40 контроля электрического напряжения, и указанный микроконтроллер дополнительно приспособлен для формирования цифрового информационного сигнала при снижении значения напряжения ниже допустимого значения для передачи в управляющее устройство как сигнала тревоги.

Кроме того, одна из локальных проводных линий связи может быть снабжена 45 коллектором для подключения к нему с помощью дополнительных локальных проводных линий группы измерительных преобразователей, размещенных в одной конструкционной зоне.

Линия связи может включать в себя, по крайней мере, один активный ретранслятор 50 в виде дополнительного радиочастотного приемопередатчика, установленного на промежуточном пункте линии связи.

Сущность предложенных технических решений поясняется ниже на примере использования предлагаемой линии связи в системе контроля, управления и

безопасности грузоподъемного крана.

Выполнение линии связи комбинированной, с проводной и беспроводной передачей данных между измерительным преобразователем и управляющим устройством повышает надежность передачи данных за счет исключения возможности  
5 механического повреждения длинных проводных линий связи во время монтажа на грузоподъемном кране и при его эксплуатации. При этом сохраняется высокая помехозащищенность измерительных преобразователей (датчиков параметров крана) и управляющего устройства системы контроля, управления и безопасности  
10 грузоподъемного крана от электромагнитных наводок на длинные линии связи за счет гальванической развязки между указанными элементами, установленными на разнесенных узлах конструкции крана, и появляется возможность установки измерительных преобразователей на движущихся и/или вращающихся узлах, поэтому такое исполнение линии связи предпочтительно на кранах, где протяженность линии  
15 связи составляет 10-100 м и более, а также кранах, работающих в непосредственной близости от источников сильного электромагнитного излучения, например в металлургическом производстве. Кроме того, выполнение локальных проводных линий связи (концевых участков предлагаемой линии связи) в виде переходных  
20 кабелей позволяет организовать радиоканал передачи данных с минимальным искажением радиосигнала путем удаления приемопередатчика от затеняющих металлических элементов конструкции крана, а также позволяет уменьшить влияние излучения приемопередатчика, подключенного к управляющему устройству, расположенному в кабине крана, на здоровье оператора крана путем вынесения  
25 приемопередатчика за пределы кабины крана.

Установка перед первым включением каждому приемопередающему модулю индивидуального адреса позволяет исключить при работе системы контроля, управления и безопасности грузоподъемного крана влияние и помехи со стороны  
30 аналогичных модулей, установленных на соседних кранах, так как приемопередающие модули после этого «привязаны» конкретно друг к другу, составляют «пару» для совместной работы, для них выбран конкретный частотный диапазон приема и передачи.

Определение после включения и перехода в рабочий режим измерительного  
35 преобразователя фактической ошибки измерения и рассогласования между фактической и заранее заданной допустимой ошибкой измерения по величине и знаку, позволяет установить частоту преобразования электрических сигналов с последовательным кодом в радиоизлучение в зависимости от их рассогласования, т.е.  
40 фактически определять частоту включения приемопередатчика в режим передачи и совсем отключать режим передачи (переводить приемопередатчик в «спящий» режим), когда сигналы от измерительных преобразователей не изменяются или изменяются в пределах допустимых ошибок измерения, тем самым исключая излишнее чрезмерное и ненужное энергопотребление от автономного источника питания и увеличивая срок  
45 его службы без замены.

Процедура, связанная с определением рассогласования между фактической и допустимой ошибкой измерения, в настоящее время не представляет трудностей. Предпочтительно выполнять эту процедуру, а также определение фактической  
50 ошибки измерения, микроконтроллером приемопередающего модуля, подключенного к измерительному преобразователю, так как именно этот микроконтроллер управляет работой приемопередатчика. Однако в ряде случаев эти операции могут выполняться и микроконтроллером измерительного преобразователя. Как правило, в современных



измерительных, сигнальных, регулирующих или управляющих устройствах используются цифровые датчики (измерительные преобразователи), содержащие в своем составе, по крайней мере, один микроконтроллер. Например, в автономных информационно-измерительных модулях грузоподъемных кранов используется микроконтроллер серии MSP430F фирмы Texas Instruments (США), характеризующийся сверхнизким энергопотреблением, что важно для модулей с автономным питанием от аккумулятора или батарейки. Допустимая ошибка измерения каждого параметра крана может быть задана заранее (до передачи электрических сигналов с последовательным кодом по комбинированной линии связи, т.е. перед первым включением системы контроля, управления и безопасности грузоподъемного крана), на основе требований к точности работы системы контроля, управления и безопасности грузоподъемного крана и алгоритма решения системой задачи обеспечения безопасной и безаварийной работы крана. Допустимая ошибка измерения может быть задана как статистическая, например среднеквадратическое отклонение ошибки оценки значения измеряемого параметра, так как во многих цифровых датчиках осуществляется статистическая обработка измерений, так как и предельно допустимое значение ошибки измерения какого-либо параметра крана. При этом ошибка может быть задана не только как значение измеряемого параметра, а и как минимально допустимое число значащих разрядов результата, которые обеспечивают требуемую точность работы данной системы. Такой подход часто используется в цифровых системах на основе микроконтроллеров. При работе крана фактическая ошибка измерения, вызванная характером и скоростью изменения измеряемого параметра работы крана, алгоритмом измерительного процесса, качеством работы электронной аппаратуры датчика и т.д., может определяться как микроконтроллером самого датчика для «интеллектуальных датчиков» так и микроконтроллером приемопередающего модуля для всех датчиков. Разность между фактической ошибкой измерения и допустимой также может определяться как микроконтроллером самого датчика для «интеллектуальных датчиков» так и микроконтроллером приемопередающего модуля для всех датчиков. Если при работе крана измеряемый параметр изменяется медленно или остается неизменным, то ошибка его определения остается неизменной или уменьшается. Если же параметр меняется быстро, то ошибка его определения увеличивается. Соответственно изменяется и разность между указанными ошибками. Эта разность передается в микроконтроллер приемопередающего модуля, в котором производится вычисление требуемой частоты включения приемопередатчика в режим передачи. Если фактическая ошибка измерения выше допустимой, то частота включения режима передачи увеличивается, а интервал между двумя соседними включениями уменьшается, и наоборот. При отсутствии груза или изменении его веса фактическая ошибка измерения резко уменьшается и включение передатчика может осуществляться с большими интервалами, например одна минута и более. Такой подход исключает излишние включения передачи сигнала по радиоканалу и позволяет свести к минимуму энергопотребление приемопередатчика и измерительного преобразователя (цифрового датчика). Кроме того, при этом может быть снижена частота работы цифрового датчика, что также сказывается благоприятно на экономии ресурса батареи.

Определение рассогласования между фактической и допустимой ошибкой измерения выполняется микроконтроллером приемопередающего модуля, подключенного к измерительному преобразователю, когда микроконтроллер данного

приемопередающего модуля дополнительно приспособлен для записи в его  
встроенное или внешнее запоминающее устройство допустимой ошибки измерения с  
помощью компьютера, либо другого внешнего устройства, определения фактической  
ошибки измерения, либо получения ее значения от микроконтроллера измерительного  
5 преобразователя, сравнения ее с допустимой ошибкой измерения, записанной в  
указанное запоминающее устройство, и определения рассогласования между ними по  
величине и знаку. Кроме того, микроконтроллер приемопередающего модуля,  
дополнительно приспособленный для выполнения указанных выше операций,  
10 позволяет подключать к линии связи измерительные преобразователи, в состав  
которых микроконтроллеры не входят, что расширяет номенклатуру измерительных  
преобразователей, которые могут быть использованы в подобных системах контроля,  
управления и безопасности.

Микроконтроллер приемопередающего модуля, приспособленный для  
15 согласования протоколов передачи данных по проводным и по беспроводным  
каналам, позволяет использовать цифровые датчики параметров крана, имеющие как  
нестандартный протокол обмена данными, так и стандартные, широко  
распространенные протоколы, например RS232, RS422, RS485 и др. При этом данные  
20 цифровые датчики остаются универсальными и допускают использование их без каких-  
либо конструктивных доработок в системах контроля, управления и безопасности  
грузоподъемных кранов, как с кабельными линиями связи между элементами данной  
системы, так и с беспроводными или комбинированными линиями связи.

Формирование пакетов для пакетной передачи данных также позволяет сократить  
25 время работы приемопередатчика в режиме как передачи, так и приема и тем самым  
уменьшить энергопотребление от автономного источника питания и увеличить срок  
его службы без замены.

Снабжение микроконтроллера приемопередающего модуля, подключенного к  
30 измерительному преобразователю, встроенным или внешним аналого-цифровым  
преобразователем, на основе которого выполнено устройство для контроля  
электрического напряжения, позволяет периодически измерять напряжение источника  
питания приемопередающего модуля и при снижении значения напряжения ниже  
допустимого значения дополнительно формировать с помощью микроконтроллера  
35 цифровой информационный сигнал для передачи его в управляющее устройство как  
сигнал тревоги.

Снабжение одной из локальных проводных линий связи коллектором  
(разветвителем) для подключения к нему с помощью дополнительных локальных  
40 проводных линий группы измерительных преобразователей, размещенных в одной  
конструкционной зоне крана, позволяет объединить электрические сигналы от  
измерительных преобразователей в последовательный код (интерфейс) проводной  
линии связи, что фактически означает переход от протокола физического уровня к  
протоколу (интерфейсу) более высокого канального уровня, т.е. преобразование  
45 сигналов отдельных измерительных преобразователей в единый последовательный  
код, передаваемый по двухпроводной линии обмена данными в соответствии с  
выбранным протоколом, обеспечивающим необходимую скорость, быстродействие и  
помехозащищенность проводной линии связи, а также возможность его  
50 преобразования в последовательный код для беспроводной передачи данных по  
радиоканалу.

Включение в линию связи, по крайней мере, одного активного ретранслятора в виде  
дополнительного радиочастотного приемопередатчика, установленного на

промежуточном пункте линии связи для приема, усиления и дальнейшей передачи радиосигналов от промежуточного пункта к приемному модулю повышает надежность передачи данных, а также позволяет существенно увеличить дальность действия линии связи без существенного увеличения мощности и чувствительности приемопередатчика.

Таким образом, достигаемый технический результат выражается в повышении надежности передачи данных и снижении энергопотребления линии связи и измерительных преобразователей от автономного источника питания.

На фиг.1 показана предлагаемая линия связи между одним измерительным преобразователем и управляющим устройством; на фиг.2 - линия связи со вторым примером выполнения устройства гальванической развязки; на фиг.3 - линия связи между группой измерительных преобразователей, размещенных в одной конструкционной зоне, и управляющим устройством.

По первому примеру исполнения линия связи между измерительным преобразователем 1 и управляющим устройством 2 содержит две локальные проводные гальванически развязанные линии связи 3 и 4, включающие в себя двухпроводную линию обмена данными для приема и передачи электрических сигналов с последовательным кодом и двухпроводную линию электропитания (на чертеже не показаны).

Применительно к системе контроля, управления и безопасности грузоподъемного крана измерительные преобразователи представляют собой периферийные цифровые датчики, измеряющие нагрузку, геометрию, условия или режимы работы крана, а управляющее устройство - цифровой вычислитель на основе перепрограммируемого микроконтроллера с подключенными к нему устройством ввода команд и информации, индикатором и звуковым сигнализатором. Управляющее устройство может иметь и другое наименование, например информационно-управляющий модуль, базовый блок обработки данных, блок управления, блок отображения информации и др.

Локальные проводные линии 3 и 4 связи выполнены в виде переходных кабелей и гальванически развязаны между собой с помощью устройства 5 гальванической развязки, состоящего из двух разнесенных приемопередающих модулей 6 и 7, связанных между собой с помощью радиоканала передачи данных с образованием участка беспроводной передачи данных между двумя концевыми участками проводной передачи данных.

Приемопередающий модуль 6 (7) содержит радиочастотный приемопередатчик (РПП) 8, снабженный антенной 9 и микроконтроллером (МК) 10 со встроенным или внешним аналого-цифровым преобразователем и встроенным или внешним запоминающим устройством в виде энергонезависимой памяти.

Микроконтроллер 10 приемопередающего модуля 6 приспособлен для определения и хранения в запоминающем устройстве индивидуального адреса данного приемопередающего модуля и индивидуального адреса приемопередающего модуля, которому предназначена передаваемая информация, для записи в его запоминающее устройство допустимой ошибки измерения с помощью компьютера либо другого внешнего устройства, определения фактической ошибки измерения, сравнения ее с заранее заданной допустимой ошибкой измерения, записанной в указанное запоминающее устройство, и определения рассогласования между ними по величине и знаку, выбора частоты преобразования сигнала в излучение в зависимости от рассогласования между фактической и заранее заданной допустимой ошибкой

измерения, согласования протоколов (интерфейсов) передачи данных по проводным 3 и 4 и беспроводной линиям связи и формирования пакетов для передачи данных по указанным линиям, а микроконтроллер 10 приемопередающего модуля 7 приспособлен для обратного преобразования последовательного кода беспроводной 5 линии связи в последовательный код кабельной линии связи.

Электропитание приемопередающего модуля 6 осуществляется от измерительного преобразователя 1, снабженного автономным источником 11 питания, например в виде литиевой батареи или в виде аккумулятора, снабженного блоком подзарядки.

10 Блок подзарядки может быть выполнен в виде солнечного элемента или с питанием от напряжения, подаваемого периодически на расположенные рядом электроприводы и узлы крана.

Электропитание приемопередающего модуля 7 осуществляется с помощью 15 двухпроводной линии от блока питания, входящего в состав управляющего устройства 2 (на чертеже не показан).

Кроме того, приемопередающий модуль 6 дополнительно содержит устройство для контроля электрического напряжения, выполненное на основе встроенного или внешнего аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера 10, который 20 дополнительно приспособлен для формирования цифрового информационного сигнала при снижении значения напряжения ниже допустимого значения для передачи в управляющее устройство 2 как сигнала тревоги.

Для реализации беспроводной передачи данных можно использовать, например, 25 приемопередающие модули (трансиверы) XB24 компании Digi с приемопередатчиками, работающими на частоте 2,4 ГГц. При этом в качестве микроконтроллера 10 может быть использован, например, микроконтроллер MC9S08GT60 фирмы Freescale Semiconductor или микроконтроллеры STM8 или STM32 фирмы STMicroelectronics.

30 При настройке радиочастотных приемопередатчиков 8, например, в заводских условиях, когда приемопередающие модули 6 и 7 непосредственно соединены между собой коротким технологическим отрезком комбинированной линии связи, включающей в себя двухпроводную линию обмена данными и двухпроводную линию питания, подключенную к любому автономному источнику питания напряжением 12- 35 18 В, определяются уникальные адреса обоих приемопередатчиков. Привязка пары приемопередатчиков друг к другу означает присвоение каждому приемопередатчику уникального адреса, запоминание его и выбор определенного участка из выделенного диапазона частот. Так как современные приемопередающие модули содержат 40 микроконтроллер с запоминающим устройством, то в этом микроконтроллере имеется программа для привязки. Перед привязкой пары приемопередатчиков производится назначение места установки каждого приемопередатчика, например путем установки перемычки (джампера) на плате приемопередатчика, устанавливаемого с измерительным преобразователем 1. После подачи питания на 45 приемопередатчики запускается программа привязки, в соответствии с которой приемопередатчики самостоятельно вступают в цифровой контакт по двухпроводной линии связи, определяют и передают друг другу идентификационную информацию. После завершения обмена приемопередатчики вырабатывают сигналы готовности, 50 которые обычно воспроизводятся акустическим (как звук определенной тональности) или оптическим (мигающий светодиод на плате) способом.

Далее рассматривается передача данных между измерительным преобразователем 1 и управляющим устройством 2 системы контроля, управления и безопасности

грузоподъемного крана.

Информационные сигналы от измерительного преобразователя 1 передаются в локальную линию 3 связи в цифровом виде в соответствии с выбранным для данной системы контроля, управления и безопасности грузоподъемного крана

последовательным интерфейсом для проводной линии связи. Информационные сигналы поступают по двум сигнальным проводам линии 3 связи на входы микроконтроллера 10 приемопередающего модуля 6, где происходит:

определение фактической ошибки измерения и рассогласования между фактической и допустимой ошибкой измерения по величине и знаку;

определение частоты преобразования электрических сигналов с последовательным кодом в радиоизлучение, т.е. частоты включения приемопередатчика в режим передачи;

преобразование последовательного кода проводной линии в цифровой последовательный код беспроводной линии;

формирование пакетов данных для передачи по радиоканалу.

Такой подход представляется более предпочтительным и правильным, чем подход, описанный в патенте RU 2251524, где для управления частотой обмена информацией используется скорость изменения рабочих параметров крана, так как эта скорость - не одна, различные параметры крана меняются с различными скоростями в зависимости от режима работы крана, при этом фактические ошибки измерения параметров крана совсем необязательно прямо связаны со скоростями изменения рабочих параметров крана. То есть скорость изменения рабочих параметров крана - это параметр, связанный лишь косвенно с ошибкой измерения, и определить эту связь затруднительно и не всегда возможно.

Преобразование цифрового последовательного сигнала проводной линии связи в цифровой последовательный код для передачи по радиоканалу состоит из одного или нескольких этапов преобразования сигнала. Протокол (интерфейс) проводной линии отличается от протокола (интерфейса) беспроводной линии, прежде всего, по уровню: от физического протокола до протокола высокого уровня - он может иметь до семи уровней и строится исходя из требований надежности и помехозащищенности проводной линии связи. Протокол беспроводной линии в свою очередь формирует цифровой последовательный сигнал исходя из требований надежной беспроводной линии связи, защищенной от помех, характерных для радиопередачи. Как правило, существуют помехи, характерные только для данного канала, например синфазная помеха для проводной линии связи и атмосферный разряд для радиоканала, и борьба с ними ведется разными способами и мероприятиями, так и помехи, которые имеют общий характер и действуют одинаково на передаваемый сигнал, это, в первую очередь, переменные электрическое и магнитное поля, помехи, создаваемые при работе частотно-регулируемых приводов и т.д.

Формирование пакетов для пакетной передачи данных пакетов - это, как правило, стандартная операция при передаче цифровых сигналов по радиоканалу, но в описываемом примере она имеет свое специфическое значение для измерительного преобразователя с автономным источником питания - сократить время непрерывной работы приемопередатчика с целью снизить энергопотребление от автономного источника питания и продлить время его работы без замены. Сформированный пакет поступает в радиочастотный приемопередатчик 8 приемопередающего модуля 6, где преобразуется в радиоизлучение антенны 9, которое принимается антенной 9 приемопередатчика 8 приемопередающего модуля 7, преобразуется в его

5 микроконтроллере 10 в последовательный протокол проводной линии связи и передается по проводной линии 4 связи в управляющее устройство 2. Беспроводная передача и прием данных осуществляются на частоте 2,4 ГГц на основе международного стандарта IEEE 802.15.4. Этот стандарт в настоящее время является наиболее употребительным в небольших сетях типа «звезда» для работы с датчиками с низким энергопотреблением. Для него многими производителями электронных компонентов выпускаются приемопередающие модули различной мощности и степени интеграции.

10 При работе грузоподъемного крана периодически контролируется электрическое напряжения автономного источника 11 питания и при снижении значения напряжения ниже допустимого значения микроконтроллером 10 приемопередающего модуля 6 дополнительно формируется соответствующий цифровой информационный сигнал, передаваемый в управляющее устройство 2, для отображения на индикаторе и воспроизведения звуковым сигнализатором как сигнал тревоги.

15 Предлагаемая линия связи может быть также использована и для передачи управляющих сигналов в измерительный преобразователь 1, с соответствующим согласованием протоколов передачи данных по проводным и по беспроводным каналам. Управляющие сигналы используются для изменения настроечных параметров преобразователя, присвоения адреса, установки допустимой ошибки измерения, калибровки, и подстройки, и т.д.

20 Описанная линия связи является лишь частным примером осуществления изобретения. При реализации линии связи могут использоваться также различные конструктивные исполнения ее элементов, отличающиеся от описанных в данной заявке и приведенных на рисунках, иллюстрирующих изобретение.

25 В частности, при реализации устройства гальванической развязки на основе серийно выпускаемых трансиверов, имеющих в своем составе микроконтроллеры, не допускающие возможность их перепрограммирования, приемопередающий модуль может дополнительно включать в себя подключенное к микроконтроллеру 10 согласующее устройство 12, выполненное на дополнительном микроконтроллере 13 со встроенным или внешним аналого-цифровым преобразователем и встроенным или внешним запоминающим устройством в виде энергонезависимой памяти, с перераспределением функций, выполняемых микроконтроллерами 10 и 13. Например, микроконтроллер 10 приемопередающего модуля 6 приспособлен только для определения и хранения в его запоминающем устройстве индивидуального адреса данного приемопередающего модуля и индивидуального адреса приемопередающего модуля, которому предназначена передаваемая информация, а микроконтроллер 13 приемопередающего модуля 6 приспособлен для:

30 записи в его запоминающее устройство допустимой ошибки измерения с помощью компьютера либо другого внешнего устройства;

45 определения фактической ошибки измерения и рассогласования между фактической и допустимой ошибкой измерения по величине и знаку;

выбора частоты преобразования электрических сигналов с последовательным кодом в радиоизлучение в зависимости от рассогласования между фактической и допустимой ошибками измерения;

50 согласования протоколов передачи данных по проводным 3 и 4 и беспроводной линиям связи;

формирования пакетов для передачи данных по указанным линиям.

Микроконтроллер 13 приемопередающего модуля 7 приспособлен для обратного

преобразования последовательного кода беспроводной линии связи в последовательный код кабельной линии связи. При этом устройство для контроля электрического напряжения может быть выполнено на основе аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера 13, а сам микроконтроллер 13 дополнительно приспособлен для формирования цифрового сигнала при снижении значения напряжения ниже допустимого значения для передачи в управляющее устройство 2 как сигнала тревоги. В качестве микроконтроллера 13 может быть использован, например, микроконтроллер серии MSP430F фирмы Texas Instruments (США), характеризующийся сверхнизким энергопотреблением, что важно для модулей с автономным питанием от аккумулятора или батарейки.

На фиг.3 показано в качестве примера соединение группы измерительных преобразователей  $I_1-I_n$  с управляющим устройством 2 с помощью предлагаемой линии связи. Для этого проводная линия 3 снабжена коллектором (разветвителем) (на чертеже не показан) для подключения с помощью дополнительных локальных проводных линий 14 группы измерительных преобразователей, размещенных в одной конструкционной зоне, например на поворотной или выдвижной части крана. Конкретный набор измерительных преобразователей определяется исходя из установленных требований к системе безопасности грузоподъемного крана и его конструктивных особенностей. Показанная на фиг.3 линия связи включает в себя также активный ретранслятор 15 в виде дополнительного радиочастотного приемопередатчика, установленного на промежуточном пункте линии связи для приема, усиления и дальнейшей передачи радиосигналов от промежуточного пункта к приемному модулю.

Коллектор - это стандартное устройство, имеющее несколько входов и один выход. Входы могут быть цифровыми и аналоговыми. Выход - цифровой в соответствии с принятым для данного устройства протоколом. Если входы и выход имеют один и тот же протокол, то коллектор представляет собой несколько одинаковых разъемов с параллельно соединенными ножками. Если же входы и выход имеют разные протоколы или имеются, например, аналоговые входы, то коллектор содержит в своем составе микроконтроллер.

Информационные сигналы от измерительных преобразователей  $I_1-I_n$  передаются в локальную линию 3 связи в цифровом виде в соответствии с выбранным для данной системы контроля, управления и безопасности грузоподъемного крана последовательным интерфейсом для проводной линии связи. Протокол проводной линии в этом случае имеет, по крайней мере, два уровня: физический и канальный, а в более сложных случаях он может иметь до семи уровней. Преобразователи в этом случае должны иметь в своем составе микроконтроллеры. Если какой-либо из преобразователей не имеет собственного микроконтроллера, то он должен подключаться к отдельным входам микроконтроллера 13 (аналоговые входы, входы ШИМ и т.д.) или коллектора, который в таком случае также должен содержать в своем составе микроконтроллер с аналогичными входами. При наличии нескольких измерительных преобразователей частота включения приемопередатчика в режим передачи выбирается по измерениям датчика с наибольшей относительной (например, в процентах) разностью фактической и допустимой ошибок измерения.

Заявленная линия связи может быть изготовлена промышленным способом с использованием современных электронных компонентов и технологий.

Формула изобретения

1. Способ передачи данных между измерительным преобразователем и управляющим устройством, включающий преобразование измерительных и управляющих сигналов в электрические сигналы с последовательным кодом и передачу электрических сигналов по двум проводным гальванически развязанным линиям связи, отличающийся тем, что в качестве гальванической развязки используют два разнесенных приемопередающих модуля, подключенные через проводные линии связи к измерительному преобразователю и управляющему устройству и связанные между собой с помощью радиоканала с образованием беспроводной линии связи; до передачи данных определяют уникальные адреса приемопередающих модулей с запоминанием их в энергонезависимой памяти микроконтроллеров приемопередающих модулей, и задают с помощью компьютера либо другого внешнего устройства допустимую ошибку измерения; после включения и перехода в рабочий режим измерительного преобразователя определяют фактическую ошибку измерения и рассогласование между фактической и допустимой ошибкой измерения по величине и знаку, преобразуют последовательный код проводной линии в цифровой последовательный код беспроводной линии, формируют пакеты данных для передачи по радиоканалу и преобразуют их в радиоизлучение антенны приемопередающего модуля, подключенного к измерительному преобразователю, с частотой преобразования электрических сигналов с последовательным кодом в радиоизлучение, зависящей от рассогласования между фактической и допустимой ошибкой измерения; а при приеме радиоизлучения антенной приемопередающего модуля, связанного с управляющим устройством, производят обратное преобразование пакетов данных в электрические сигналы с последовательным кодом и передают их по проводной линии в управляющее устройство.

2. Линия связи между измерительным преобразователем и управляющим устройством, содержащая две локальные проводные гальванически развязанные линии связи, включающие в себя двухпроводную линию обмена данными и двухпроводную линию электропитания, отличающаяся тем, что гальваническая развязка проводных линий связи выполнена на двух разнесенных приемопередающих модулях, подключенные через локальные проводные линии связи в виде переходных кабелей к измерительному преобразователю и управляющему устройству и связанные между собой с помощью радиоканала с образованием беспроводной линии связи, с электропитанием одного из них от управляющего устройства, а другого - от измерительного преобразователя, снабженного автономным источником питания, каждый из приемопередающих модулей содержит радиочастотный приемопередатчик с антенной и, по крайней мере, один микроконтроллер со встроенным или внешним запоминающим устройством в виде энергонезависимой памяти, при этом микроконтроллер приспособлен для определения и хранения в запоминающем устройстве его индивидуального адреса и адреса приемопередающего модуля, которому предназначена передаваемая информация, а также для выбора частоты преобразования электрических сигналов с последовательным кодом в радиоизлучение в зависимости от рассогласования между фактической и допустимой ошибкой измерения по величине и знаку и, кроме того, для согласования протоколов передачи данных по проводным и беспроводной линиям связи и формирования пакетов для передачи данных по указанным линиям.

3. Линия связи по п.2, отличающаяся тем, что микроконтроллер приемопередающего модуля, подключенного к измерительному преобразователю, дополнительно приспособлен для записи в запоминающее устройство допустимой



ошибки измерения с помощью компьютера либо другого внешнего устройства, определения фактической ошибки измерения, сравнения ее с допустимой ошибкой измерения и определения рассогласования между ними по величине и знаку.

5 4. Линия связи по п.2, отличающаяся тем, что приемопередающий модуль, подключенный к измерительному преобразователю, дополнительно содержит устройство для контроля электрического напряжения.

10 5. Линия связи по п.4, отличающаяся тем, что микроконтроллер приемопередающего модуля, подключенного к измерительному преобразователю, снабжен встроенным или внешним аналого-цифровым преобразователем, на основе которого выполнено устройство для контроля электрического напряжения, при этом указанный микроконтроллер дополнительно приспособлен для формирования цифрового информационного сигнала при снижении значения напряжения ниже допустимого значения для передачи в управляющее устройство как сигнал тревоги.

15 6. Линия связи по п.2, отличающаяся тем, что одна из локальных проводных линий связи снабжена коллектором для подключения к нему с помощью дополнительных локальных проводных линий группы измерительных преобразователей, размещенных в одной конструкционной зоне.

20 7. Линия связи по п.2, отличающаяся тем, что она включает в себя, по крайней мере, один активный ретранслятор в виде дополнительного радиочастотного приемопередатчика, установленного на промежуточном пункте линии связи.

25

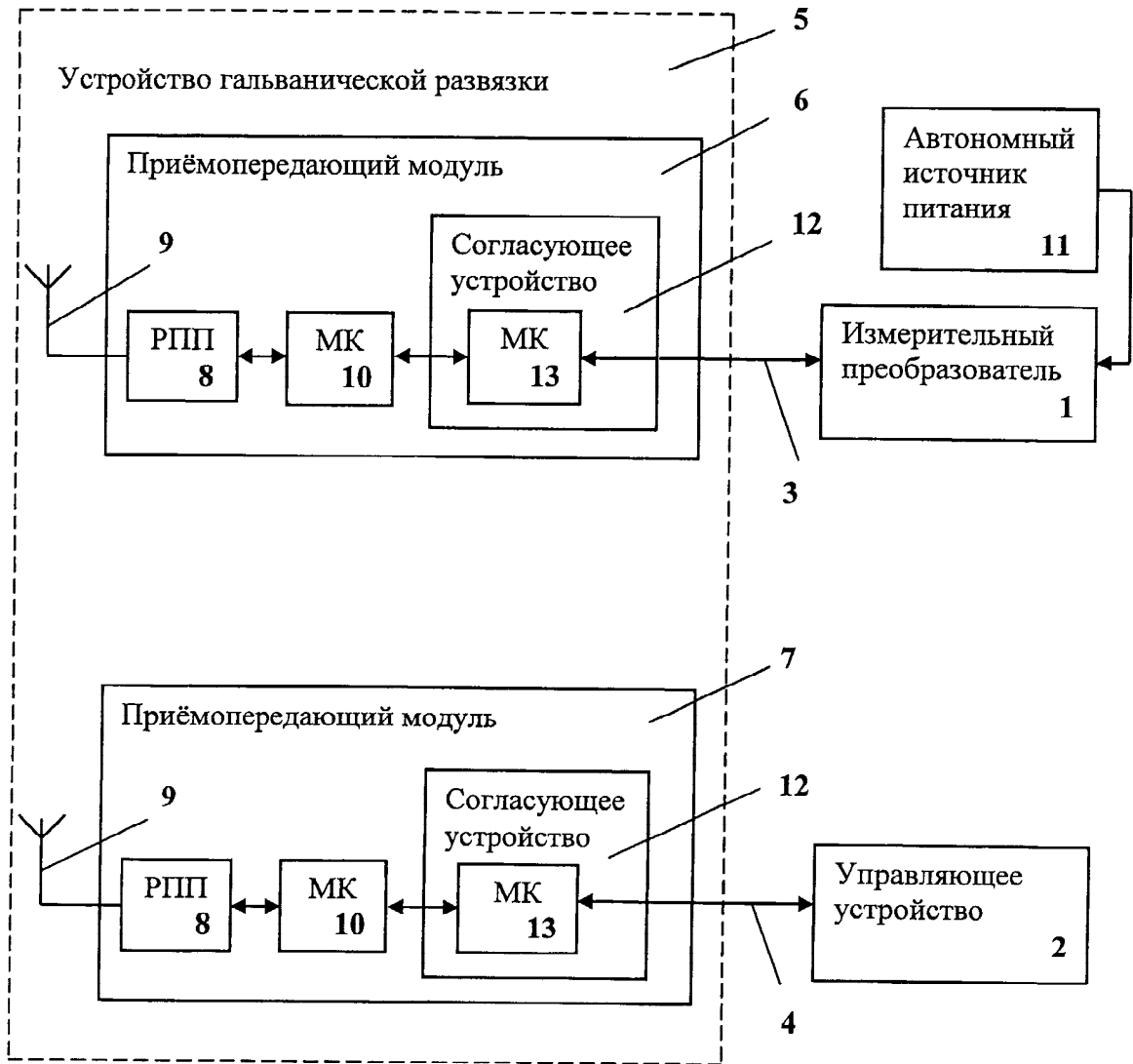
30

35

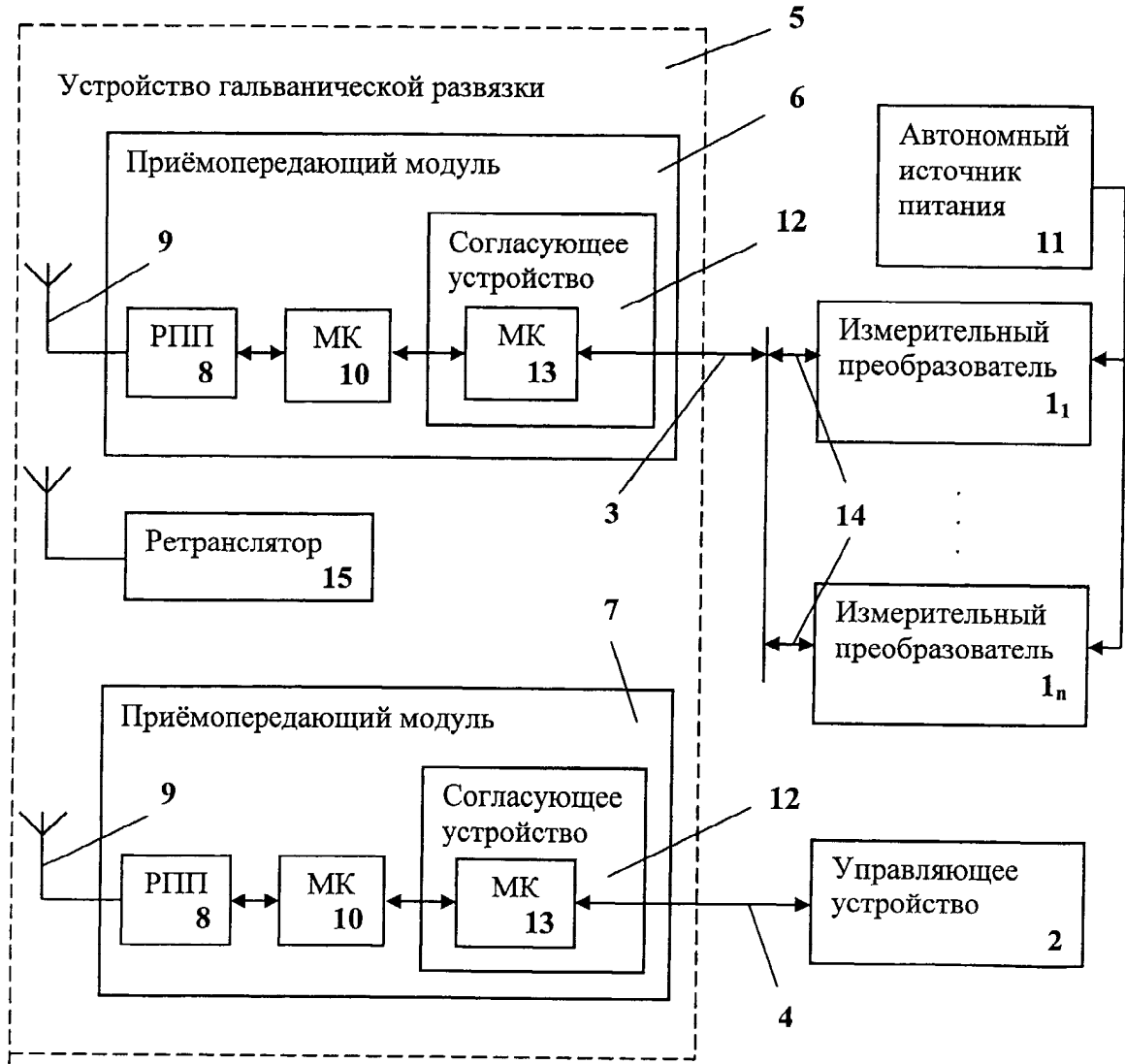
40

45

50



Фиг. 2



Фиг. 3