

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **201792158** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2018.01.31**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.04.20**

(51) Int. Cl. **E21B 47/13** (2012.01)  
**E21B 17/04** (2006.01)  
**G08C 17/02** (2006.01)

---

(54) **НАЗЕМНАЯ СВЯЗЬ СО СКВАЖИННЫМИ ПРИБОРАМИ**

---

(31) **62/150,169**

(32) **2015.04.20**

(33) **US**

(86) **PCT/CA2016/050456**

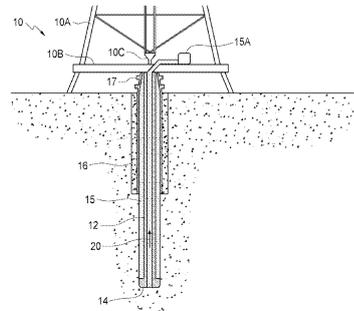
(87) **WO 2016/168929 2016.10.27**

(71) Заявитель:  
**ЭВОЛЮШН ИНЖИНИРИНГ ИНК.  
(CA)**

(72) Изобретатель:  
**Робсон Робин Коди, Логан Аарон  
Уильям, Уэст Кёртис Кеннет Ли,  
Бутерновский Барри Дэниел (CA)**

(74) Представитель:  
**Носырева Е.Л. (RU)**

(57) Способ и устройство для передачи данных в скважинный прибор или из него, когда прибор находится на поверхности или возле нее, используя беспроводной канал передачи данных. Скважинный прибор, содержащий стыковочный переводник с трубчатой секцией с первой и второй продольно разнесенными электропроводными частями, которые электрически изолированы друг от друга. Электромагнитный телеметрический передатчик подключен для приложения разности потенциалов между первой и второй электропроводными частями. Однопроводная шина обеспечивает обмен данными между одной из первой и второй электропроводных частей и процессором для обработки данных.



**A1**

**201792158**

**201792158**

**A1**

P11288497EA

## НАЗЕМНАЯ СВЯЗЬ СО СКВАЖИННЫМИ ПРИБОРАМИ

### Перекрестные ссылки на родственные заявки

[0001] Настоящая заявка заявляет приоритет по заявке США № 62/150169, поданной 20 апреля 2015 года. Для целей США, эта заявка заявляет приоритет согласно 35 U.S.C. §119 по заявке США № 62/150169, поданной 20 апреля 2015 года, и имеющей название «AT-SURFACE COMMUNICATION WITH DOWNHOLE TOOLS», которая настоящим включена в данный документ с помощью ссылки во всех отношениях.

### Область изобретения

[0002] Настоящая заявка относится к подземному бурению, в частности, к скважинным приборам, которые включают функции передачи данных. Варианты осуществления применимы к скважинным приборам, которые применяют в буровых скважинах для добычи углеводородов.

### Предпосылки изобретения

[0003] Добыча углеводородов из подземных зон обычно предполагает бурение стволов скважин.

[0004] Скважины создают с использованием находящегося на поверхности бурового оборудования, вращающего бурильную колонну, которая в конечном итоге проходит от поверхностного оборудования до целевого пласта или подземной зоны. Бурильная колонна может проходить тысячи футов или метров ниже поверхности. Нижний конец бурильной колонны содержит буровое долото, предназначенное для бурения (или удлинения) ствола скважины. По бурильной колонне обычно прокачивается промывочная жидкость, как правило, в виде бурового раствора. Промывочная жидкость охлаждает и смазывает буровое долото, а также выносит буровой шлам назад на поверхность. Также,

использование промывочной жидкости может способствовать регулированию забойного давления для подавления притока углеводородов из пласта в ствол скважины и их потенциального выброса на поверхность.

[0005] Компоновка низа бурильной колонны (КНБК) – это название, данное оборудованию на нижнем конце бурильной колонны. В дополнение к буровому долоту КНБК может содержать такие элементы, как устройство для управления направлением бурения (например, управляемый забойный гидротурбинный двигатель или роторная управляемая система); датчики для измерения свойств окружающих геологических пластов (например, датчики для использования при каротаже); датчики для измерения скважинных условий по мере прохождения бурения; одна или более систем для телеметрии данных на поверхность; стабилизаторы; утяжеленные бурильные трубы, генераторы импульсов и т. п. КНБК обычно продвигают в ствол скважины колонной металлических труб (бурильной трубой).

[0006] Современные буровые системы могут включать любые из широкого ряда механических/электронных систем в КНБК или других местах скважин. Такие электронные системы могут быть установлены как часть скважинного прибора. Скважинный прибор может содержать любую активную механическую, электронную и/или электромеханическую систему, действующую в скважине. Скважинный прибор может обеспечивать любую из широкого ряда функций, включая без ограничения: сбор данных, измерение свойств окружающих геологических пластов (например, каротаж), измерение скважинных условий по мере прохождения бурения, управление скважинным оборудованием, контроль состояния скважинного оборудования, применение направленного бурения, применение измерений во время бурения (ИВБ), применение каротажа во время бурения (КВБ), измерение свойств флюидов в скважине и т. п. Скважинный прибор может содержать одну или более систем для: телеметрии данных на поверхность; сбора данных посредством датчиков (например, датчиков для использования при каротаже), которые могут включать один или более датчиков вибрации, магнитометров, инклинометров, акселерометров, детекторов

радиоактивных частиц, электромагнитных детекторов, акустических детекторов и др.; получения изображений; измерения потока текучих сред; определения направлений; излучения сигналов, частиц или полей для обнаружения другими устройствами, установления связи с другим скважинным оборудованием; отбора проб скважинных текучих сред и т. п.

[0007] Скважинный прибор может посредством телеметрии передавать на поверхность широкий диапазон информации. Телеметрическая информация может быть бесценной для проведения эффективных бурильных работ. Например, телеметрическая информация может быть использована бригадой буровой установки для принятия решений об управлении и наведении бурового долота для оптимизации скорости и траектории бурения на основании множества факторов, включая допустимые границы, положения существующих скважин, свойства пласта, размер и положение углеводородов и т. п. По мере необходимости бригада может производить умышленные отклонения от запланированного пути на основании информации, собранной со скважинных датчиков и переданной на поверхность телеметрией во время процесса бурения. Способность получать и передавать надежные данные из мест в скважине обеспечивает относительно более экономичное и более эффективное выполнение бурильных работ.

[0008] Есть несколько известных телеметрических методов. Они включают передачу информации путем генерирования вибраций в скважинном флюиде (например, акустическая телеметрия или гидроимпульсная (ГИ) скважинная телеметрия) и передачу информации посредством электромагнитных сигналов, которые распространяются, по меньшей мере частично, через землю (ЭМ (электромагнитная) телеметрия). В других телеметрических методах для передачи данных на поверхность применяют бурильную колонну с проводами, оптоволоконный кабель или акустическую телеметрию по утяжеленной бурильной трубе.

[0009] Преимущества ЭМ телеметрии, в сравнении с ГИ скважинной

телеметрией, включают обычно более высокие скорости передачи данных в бодах, повышенную надежность благодаря отсутствию движущихся деталей в скважине, высокую устойчивость к применению материалов для борьбы с поглощением (МБП) и применимость для бурения с продувкой воздухом/бурения с отрицательным дифференциальным давлением. ЭМ система может передавать данные без сплошного столба флюида в скважине; следовательно, она может использоваться при отсутствии протекающего бурового раствора. Это является преимущественным, когда буровая бригада добавляет новую секцию бурильной трубы, поскольку ЭМ сигнал может передавать информацию (например, информацию о направлении), когда буровая бригада добавляет новую трубу. Недостатки ЭМ телеметрии включают меньшую предельную глубину, несовместимость с некоторыми пластами (например, пластами с высоким содержанием солей и пластами с большими скачками удельного сопротивления), и некоторое сопротивление рынка из-за одобрения более старых проверенных методов. Кроме того, поскольку на больших расстояниях через пласты пород происходит сильное затухание ЭМ передач, для обнаружения сигналов на поверхности требуется относительно большое количество энергии. Электрическая энергия, доступная для генерирования ЭМ сигналов, может быть обеспечена аккумуляторами или другим источником энергии, имеющим ограниченную энергоемкость.

[0010] В типичном устройстве для электромагнитной телеметрии в качестве антенны используются части бурильной колонны. Бурильная колонна может быть разделена на две проводящие секции посредством включения в бурильную колонну изолирующей вставки или соединителя («стыковочного переводника»). Стыковочный переводник обычно располагается в верхней части компоновки низа бурильной колонны так, что металлическая бурильная труба в бурильной колонне выше КНБК служит как один антенный элемент, а металлические секции в КНБК служат как другой антенный элемент. Затем электромагнитные телеметрические сигналы могут быть переданы путем применения электрических сигналов между двумя антенными элементами. Сигналы обычно включают сигналы переменного тока очень низкой частоты, приспособленные для

кодирования информации для передачи на поверхность. (Более высокочастотные сигналы затухают быстрее, чем низкочастотные сигналы.) Электромагнитные сигналы могут быть обнаружены на поверхности, например, путем измерения разницы электрических потенциалов между бурильной колонной или металлической обсадной трубой, которая проходит в землю, и одним или более заземленными стержнями.

[0011] Остается потребность в методах и системах, используемых для управления передачей данных в скважинные приборы и из них.

### Краткое изложение сущности изобретения

[0012] Изобретение имеет несколько различных аспектов. Один приведенный в качестве примера аспект предусматривает способ передачи данных в скважинный прибор или из него, когда прибор находится на поверхности или возле нее, используя беспроводной канал передачи данных.

[0013] Другой приведенный в качестве примера аспект предусматривает беспроводной канал передачи данных, который проходит до беспроводного приемопередатчика данных в скважинном приборе. Такой приемопередатчик можно установить в новый скважинный прибор или модернизировать с его помощью устаревший скважинный прибор. Приемопередатчик может обеспечивать интерфейс с оборудованием устройства, по которому приемопередатчик может принимать данные для передачи, и по которому приемопередатчик может передавать полученные данные на запоминающее устройство или другой компонент скважинного прибора.

[0014] Другой приведенный в качестве примера аспект предусматривает скважинный прибор с интерфейсом связи для приема и/или передачи данных и команд. Приемопередатчик может содержать адаптер, который адаптирует протокол связи беспроводного канала связи по протоколу связи, используемому скважинным прибором.

[0015] Другой приведенный в качестве примера аспект предусматривает

скважинный прибор, содержащий стыковочный переводник с трубчатой секцией с первой и второй продольно разнесенными электропроводными частями, которые электрически изолированы друг от друга. Электромагнитный телеметрический передатчик подключен для приложения разности потенциалов между первой и второй электропроводными частями. Однопроводная шина обеспечивает обмен данными между одной из первой и второй электропроводных частей и процессором для обработки данных.

[0016] Дополнительные аспекты настоящего изобретения и признаки иллюстративных вариантов осуществления представлены на прилагаемых графических материалах и/или описаны в последующем описании.

#### Краткое описание графических материалов

[0017] На прилагаемых графических материалах представлены неограничительные иллюстративные варианты осуществления настоящего изобретения.

[0018] Фиг. 1 представляет собой схематический вид выполнения бурильных работ.

[0019] Фиг. 2 представляет собой структурную схему приведенного в качестве примера адаптера данных.

[0020] Фиг. 3 представляет собой схематическое изображение, на котором показан скважинный прибор согласно иллюстративному варианту осуществления.

[0021] Фиг. 4 представляет собой схематическое изображение, на котором показан скважинный прибор, оборудованный множеством беспроводных приемопередатчиков.

#### Описание

[0022] По всему тексту последующего описания изложена подробная

информация, чтобы обеспечить специалистам в данной области техники более полное понимание. Однако хорошо известные элементы могут быть не показаны или не описаны подробно во избежание ненужного затруднения описания изобретения. Последующее описание примеров технологии не предназначено быть исчерпывающим или ограничивающим систему точными формами любого приведенного в качестве примера варианта осуществления. Соответственно, описание и графические материалы следует рассматривать в иллюстративном, а не в ограничительном смысле.

[0023] На фиг. 1 схематически представлены иллюстративные бурильные работы. Буровая установка 10 приводит в движение бурильную колонну 12, содержащую секции бурильной трубы, проходящие до бурового долота 14. Проиллюстрированная буровая установка 10 содержит буровую вышку 10А, пол 10В буровой установки и буровую лебедку 10С для поддержки бурильной колонны. Буровое долото 14 имеет больший диаметр, чем бурильная колонна над буровым долотом. Кольцевое пространство 15, окружающее бурильную колонну, обычно заполнено промывочной жидкостью. Буровой раствор закачивается через отверстие в бурильной колонне до бурового долота и возвращается на поверхность через кольцевое пространство 15, вынося буровой шлам от бурильных работ. По мере бурения скважины в стволе скважины может быть установлена обсадная колонна 16. На верхнем конце обсадной колонны установлен противовыбросовый превентор 17. Буровая установка, представленная на фиг. 1, является лишь примером. Способы и устройство, описанные в настоящем документе, не являются характерными для любого конкретного типа буровой установки.

[0024] Существует потребность в способах и устройстве для обмена данными со скважинным прибором, когда скважинный прибор находится на поверхности или возле нее. Эта потребность может подниматься в различных контекстах. Например, один контекст включает в себя обновление или изменение программного обеспечения, которое должно выполняться одним или более процессорами на скважинном приборе. Хотя можно спроектировать скважинный

прибор, который выполнен с возможностью приема изменений программного обеспечения посредством телеметрии по нисходящей линии связи, телеметрия по нисходящей линии связи, как правило, очень медленна по сравнению со способами связи, которые могут применяться, когда скважинный прибор расположен на поверхности или возле нее. Другим обстоятельством, при котором желательно установить передачу данных со скважинным прибором, является необходимость извлечения зарегистрированной информации из скважинного прибора, когда скважинный прибор возвращают на поверхность. Такая информация может быть зарегистрирована в запоминающем устройстве скважинного прибора. Хотя некоторая такая информация могла быть передана на поверхность с помощью телеметрии, в то время как прибор находился в скважине, может случиться так, что меньше, чем вся зарегистрированная информация передается посредством телеметрии, например, для экономии полосы пропускания, для экономии электроэнергии или из-за неисправности, когда прибор находится в скважине. Другой целью для обмена данными со скважинным прибором является получение от прибора информации о диагностике или статусе.

[0025] Некоторые варианты осуществления включают передачу данных в скважинный прибор или из него, когда прибор находится на поверхности или возле нее, используя беспроводной канал передачи данных. Такой беспроводной канал передачи данных может проходить до беспроводного приемопередатчика данных в скважинном приборе. Такой приемопередатчик можно установить в новый скважинный прибор или модернизировать с его помощью устаревший скважинный прибор. В любом случае, приемопередатчик может обеспечивать интерфейс с оборудованием устройства, по которому приемопередатчик может принимать данные для передачи, и по которому приемопередатчик может передавать полученные данные на запоминающее устройство или другой компонент скважинного прибора. В некоторых вариантах осуществления скважинный прибор содержит интерфейс связи для приема и/или передачи данных и команд, и приемопередатчик содержит адаптер, который адаптирует протокол связи беспроводного канала связи по протоколу связи, используемому скважинным прибором.

[0026] Приемопередатчик может принимать и/или передавать данные и команды на разных частотах. В определенных вариантах осуществления приемопередатчик принимает и/или передает данные на частоте в пределах нелицензированных промышленных, научных и медицинских диапазонов радиосвязи (обычно называемых ISM диапазоном). В частности, сюда могут относиться частоты в диапазоне от приблизительно 300 МГц до 450 МГц. Частота, используемая приемопередатчиком, может быть ограничена конструкцией антенны. В некоторых вариантах осуществления множество антенн присутствуют для использования с множеством частот. Приемопередатчик может быть настроен вручную или автоматически для работы с использованием разных частот. Например, приемопередатчик может быть способен выполнять автоматическую самонастройку несущей.

[0027] Приемопередатчик может принимать и/или передавать данные и команды с использованием разных беспроводных протоколов. Протокол беспроводной связи может использовать общий структурированный или неструктурированный протокол последовательно передаваемых пакетных данных, который может варьироваться в зависимости от типа передаваемых данных. В качестве альтернативы, приемопередатчик может использовать специализированный беспроводной протокол для одновременного обращения к множеству устройств. В некоторых вариантах осуществления приемопередатчик может использовать специализированный беспроводной протокол, который может быть совместим с множеством устройств, использующих множество протоколов.

[0028] Предоставление такого приемопередатчика может обеспечить высокоскоростную беспроводную связь с прибором. Если прибор представляет собой устаревший скважинный прибор, высокоскоростная беспроводная связь может быть обеспечена без необходимости модификации существующей электроники или программно-аппаратных средств скважинного прибора, за исключением возможной необходимости в подключении интерфейса к существующему порту передачи данных скважинного прибора.

[0029] В некоторых вариантах осуществления беспроводной приемопередатчик предназначен для временного прикрепления к скважинному прибору, когда скважинный прибор находится на поверхности. Например, беспроводной интерфейс можно подключить к проводному интерфейсу, предоставляемому прибором. Некоторые скважинные приборы, например, содержат внутреннюю шину связи, такую как QBus™ или CanBus™. В некоторых вариантах осуществления такие приборы содержат соединитель, который обеспечивает подключение внешнего устройства к внутренней шине связи для передачи данных. В некоторых вариантах осуществления приемопередатчик данных прикреплен к шине с помощью такого соединителя, когда скважинный прибор находится на поверхности.

[0030] На фиг. 2 показан адаптер 20 данных согласно иллюстративному варианту осуществления. Адаптер 20 данных содержит беспроводной приемопередатчик 22, программируемый контроллер 24, сетевой интерфейс 26 (например, узел QBus или CanBus) и один или более физических соединителей 25 для подключения к порту передачи данных скважинного прибора. Беспроводной приемопередатчик 22 может использовать протокол на основе TCP/IP и/или может использовать технологии адресной фильтрации для множества устройств в сети. Беспроводной приемопередатчик 22 может также включать возможность восстановления потерянных пакетов. В некоторых вариантах осуществления предоставлено множество соединителей 25 линии передачи данных. Каждый из соединителей 25 линии передачи данных может обеспечивать подключение устройства 20 к скважинному прибору с различными физическими конфигурациями и/или различными протоколами связи. Соединители 25 могут принимать и/или передавать данные на скважинный прибор, используя передачу сигналов, обеспеченную соответствующим интерфейсом 26 под управлением контроллера 24.

[0031] Некоторые скважинные приборы могут иметь функциональные возможности беспроводной связи, предоставленные посредством внутреннего беспроводного приемопередатчика. Устройство 20 может факультативно

содержать один или более беспроводных передатчиков для установки связи с такими скважинными приборами.

[0032] Человек, оснащенный устройством 20, может использовать устройство 20 для применения высокоскоростной двусторонней связи с любым из очень широкого спектра скважинных приборов.

[0033] В некоторых вариантах осуществления скважинный прибор содержит электромагнитный телеметрический передатчик. Например, телеметрический передатчик может применять сигналы между двумя выходными клеммами, которые могут быть обнаружены электромагнитным телеметрическим приемником. Выходные клеммы электромагнитного телеметрического передатчика могут, например, находиться в электрическом контакте с двумя концами 28А и 28В стыковочного переводника 28, которые электрически изолированы друг от друга электроизолирующим промежутком 28С. В некоторых вариантах осуществления одна или обе выходных клеммы электромагнитного телеметрического передатчика также служат в качестве клемм для использования при наземной передаче данных со скважинным прибором. Например, устройство 20 может взаимодействовать со скважинным прибором посредством проводников, которые контактируют со стыковочным переводником на обеих сторонах промежутка. Например, проводники могут удерживаться в электрическом контакте с проводящими поверхностями стыковочного переводника с помощью скоб или зажимов. В проиллюстрированном варианте осуществления устройство 20 содержит интерфейс 27, подключенный к проводникам 29А и 29В, которые, соответственно, могут удерживаться в электрическом контакте со стыковочным переводником с помощью скоб 29С и 29D.

[0034] В некоторых вариантах осуществления связь со скважинным прибором на поверхности осуществляется по однопроводной шине, которая содержит проводник, который подключен к клемме снаружи буровой колонны. В случае когда скважинный прибор содержит стыковочный переводник, одна сторона

стыковочного переводника может быть использована в качестве общего заземления, тогда как другая сторона стыковочного переводника может быть использована в качестве клеммы для связи со скважинным прибором.

[0035] В иллюстративном варианте осуществления однопроводная шина содержит шину LIN (локальной соединительной сети). Детальную информацию о шине LIN можно посмотреть на веб-сайте [www.lin-subbus.org](http://www.lin-subbus.org). В иллюстративном варианте осуществления скважинный прибор содержит узел шины LIN, который подключен через промежуток в стыковочном переводнике. Для обеспечения связи со скважинным прибором с помощью шины LIN, заземляющую ленту или подобное можно обмотать вокруг утяжеленной бурильной трубы на одной стороне стыковочного переводника. Проводник для шины LIN может быть подключен к стыковочному переводнику на противоположной стороне промежутка. Внешний компьютер может затем использовать шину LIN для подачи данных и/или команд на скважинный прибор или для приема данных и/или команд из скважинного прибора. В некоторых вариантах осуществления однопроводная шина интегрирована в стойку хранилища, расположенную на поверхности буровой установки, где хранятся скважинные приборы.

[0036] Многие скважинные приборы содержат регистры данных, и/или программно-аппаратные средства, или другие компьютерные хранилища программного обеспечения, которые влияют на работу скважинных приборов. Часто является необходимым установить такие регистры, программно-аппаратные средства и/или другие хранилища данных с целью использования скважинного прибора для конкретного применения. Устройство 20 может быть применено для настройки скважинных приборов широкого разнообразия типов для установки в специальных применениях.

[0037] В некоторых случаях бурильные работы включают использование множества разных скважинных приборов, которые переносятся буровой колонной. Эти скважинные приборы могут обеспечивать диапазон различных функций. Часто желательно настроить такие приборы совместимым образом.

Например, каждый прибор должен содержать часы. Может потребоваться синхронизация часов перед отправкой приборов в скважину. Синхронизация часов может быть выполнена с использованием приемника GPS, расположенного в беспроводном мосту. Используя запросы координат, можно получить и установить обновленные метки времени с высокой точностью. Метки времени могут быть переданы на беспроводной приемопередатчик как часть скважинного прибора, который использует метки времени совместно со всеми узлами.

[0038] Когда у каждого скважинного прибора есть телеметрическая система, может понадобиться настроить приборы так, чтобы телеметрические сигналы с одного прибора не создавали помех с телеметрическими сигналами с другого прибора. Например, два прибора могут быть выполнены с возможностью передачи телеметрических сигналов в разных временных окнах или использования разных полос частот для телеметрических сигналов и/или использования различных телеметрических режимов (например, один прибор может быть выполнен с возможностью передачи гидроимпульсных телеметрических сигналов, а другой прибор передает электромагнитные телеметрические сигналы). В других вариантах осуществления один или более приборов могут быть выполнены с возможностью одновременной передачи и/или приема сигналов на множестве (разнесенных) частот. Каждый прибор может отфильтровывать нежелательные частоты на каждом приемнике. Устройство 20 может быть использовано для улучшения одновременной или почти одновременной настройки множества скважинных приборов. Это может обеспечить значительную эффективность по сравнению с тем случаем, когда технический специалист должен отдельно настраивать множество приборов. Устройство 20 может включать графический интерфейс пользователя, разрешающий доступ оператору к базовым опциям, таким как рабочая частота, уровень мощности и скорость обмена данными при автоматической настройке сложных функций, таких как настройка фильтрации, схемы модуляции и т. д. В некоторых вариантах осуществления каждый прибор установлен в беспроводном соединении с компьютерной системой, которая координирует конфигурацию множества приборов. Эти приборы могут, например, быть выполнены с

возможностью кодирования данных аналогичным образом, так что общий декодер данных может быть использован для декодирования сигналов от обоих приборов.

[0039] Скважинные приборы обычно содержат один или более датчиков для получения информации, касающейся прибора, окружения прибора и/или статуса бурильных работ. Некоторые типы таких датчиков описаны выше. Пока прибор работает в скважине, прибор может передавать показания некоторых датчиков на поверхность с помощью подходящей телеметрической системы. Из-за ограничений полосы пропускания может оказаться невозможным или нежелательным, чтобы телеметрическая система передавала на поверхность все данные, которые снимают ее датчики. Кроме того, если телеметрическая система выходит из строя, тогда может быть невозможна передача на поверхность данных, полученных с помощью скважинного прибора.

[0040] На фиг. 3 проиллюстрирован скважинный прибор согласно иллюстративному варианту осуществления, который обеспечивает систему регистрации резервных данных, которая регистрирует данные, записанные различными датчиками скважинного прибора 30. На иллюстрированном варианте осуществления скважинный прибор 30 имеет архитектуру, выполненную из множества модулей 32 (показаны модули с 32-1 до 32-5), взаимоподключенных друг к другу с помощью шины 34 данных, которая может, например, содержать CanBus™. Также к шине 34 данных подключены комбинированное регистрирующее устройство и приемопередатчик 36. Регистрирующее устройство и приемопередатчик могут содержать свой собственный выделенный процессор. Процессор может координировать сбор и хранение данных с одного или более модулей 32 в запоминающем устройстве во время использования скважинного прибора 30.

[0041] На проиллюстрированном варианте осуществления приемопередающее/регистрирующее устройство 36 содержит интерфейс 36А шины, программируемый контроллер 36В, хранилище 36С данных и

беспроводной приемопередатчик 36D. Интерфейс 36A позволяет процессору 36B обмениваться данными с другими модулями посредством шины 34. В некоторых вариантах осуществления хранилище 36C данных содержит энергонезависимую память, такую как флэш-память. В дополнение к показаниям датчиков хранения и показаниям диагностической информации или вместо них система регистрации может регистрировать деятельность на шине 34. Журналы такой деятельности могут быть полезны для анализа отказов. Процессор 36B может, например, быть выполнен с возможностью периодического упорядочения различных модулей 32 с целью приема и хранения в хранилище 36C данных показаний датчика, показаний диагностических регистров или подобного. В других вариантах осуществления модули 32 могут быть запрограммированы для периодической передачи определенных данных в регистрирующий модуль 36. В других вариантах осуществления процессор 36B может быть выполнен с возможностью проведения поисков по мониторингу шины для нетипичного поведения прибора, при котором загрузка шины регистрируется в случае запуска указанных меток.

[0042] Когда скважинный прибор 30 возвращается на поверхность, регистрационная информация может быть передана с помощью приемопередатчика 36D на другую компьютерную систему, которая может хранить, и/или обрабатывать, и/или пересылать такую информацию.

[0043] В альтернативном варианте осуществления данные регистрируются в одном или более модулях 32, и зарегистрированные данные могут быть получены процессором 36B по шине 34 для передачи с помощью приемопередатчика 36D. Приемопередатчик 36D может представлять собой приемопередатчик с относительно высокими рабочими характеристиками, предоставляющий высокую пропускную способность канала передачи данных, так, чтобы когда скважинный прибор 30 был доставлен на поверхность, из скважинного прибора 30 можно было быстро извлечь большой объем данных. В некоторых вариантах осуществления скважинный прибор 30 выполнен с возможностью автоматической загрузки зарегистрированных данных в компьютерную систему,

как только с этой компьютерной системой будет установлен обмен данными. Это может происходить автоматически, как только скважинный прибор 30 достигнет поверхности или будет находиться возле нее.

[0044] В некоторых вариантах осуществления данные регистрируются в запоминающих устройствах в отдельных модулях 32, и приемопередатчик 36 включает режим, при котором данные, которые были зарегистрированы на узлах 32, автоматически получают приемопередающим/регистрирующим блоком 36 оттуда, откуда зарегистрированные данные могли быть быстро загружены, как только скважинный прибор 30 достигнет поверхности.

[0045] Приемопередатчик 36D может иметь режим ожидания, в котором он в основном выключен, за исключением схемы с низкой мощностью, которая определяет, находится ли приемопередатчик 36 в пределах диапазона другого совместимого приемопередатчика. При обнаружении радиосигнала от совместимого приемопередатчика, приемопередатчик может переключиться из своего режима ожидания в активный режим. Такая функция «пробуждения» по радиосвязи может быть использована для включения приемопередатчика 36D, как только скважинный прибор 30 достигнет поверхности или будет возле нее.

[0046] Скважинные приборы зачастую интегрированы или установлены в канале утяжеленных бурильных труб, которые обычно являются электропроводными. Присутствие утяжеленной бурильной трубы обычно защищает скважинный прибор так, что это может создавать помехи для беспроводной передачи данных на скважинный прибор или от него. Чтобы преодолеть это ограничение, для беспроводной передачи данных могут использоваться более низкие частоты. Однако использование более низких частот (например, частот в полосе менее 1 гигагерца) может ограничить максимальную доступную скорость передачи данных.

[0047] В некоторых вариантах осуществления предоставлено множество приемопередатчиков, которые работают одновременно на различных частотах. В некоторых вариантах осуществления все частоты составляют менее 1 ГГц.

Каждый приемопередатчик может содержать фильтры для блокирования сигналов в диапазоне частот другого приемопередатчика (других приемопередатчиков). Приемопередатчики могут использовать одни и те же антенны. Например, в некоторых вариантах осуществления утяжеленная бурильная труба, и/или спайдер посадочной площадки, и/или передаточный стержень действуют как антенна для множества приемопередатчиков в скважинном приборе.

[0048] На фиг. 4 проиллюстрирован, например, скважинный прибор 40 в виде зонда 42, который размещен внутри канала 43 утяжеленной бурильной трубы 44. Один конец зонда 42 прикрепляется к передаточному стержню 45, который проходит до спайдера 46, который входит в контакт с посадочной площадкой 47 в канале 43. Другой конец зонда 42 содержит спайдер 48, который входит в контакт с посадочной площадкой 49 в канале 43. Каждый из приемопередатчиков 50А и 50В расположен внутри зонда 42, и у каждого есть антенный вход, подключенный к одному из описанных выше компонентов. В некоторых вариантах осуществления предусмотрен заземленный экран, охватывающий проводящий путь вдоль передаточного стержня 45 и спайдера 46. Дополнительное заземленное экранирование может быть предоставлено на соединении (например, электрическом проводе) между приемопередатчиком (например, приемопередатчиком 50А и 50В), и передаточным стержнем, 45 и спайдером 46. В некоторых вариантах осуществления полезно оставить спайдер 46 неэкранированным, чтобы обеспечить распространение беспроводного сигнала с любого конца утяжеленной трубы, чтобы улучшить диапазон сигналов. В некоторых вариантах осуществления дополнительное заземленное экранирование не требуется, поскольку скважинный телеметрический прибор маловероятно столкнется с помехами из-за минимального физического диаметра бурильной колонны (например, если сигнал приемопередатчика находится в диапазоне 300–450 МГц).

[0049] В иллюстративном варианте осуществления один из приемопередатчиков 50А передает и принимает на полосе 434 мегагерца, тогда

как другой приемопередатчик 50B передает и принимает на полосе 315 мегагерц. В этом варианте осуществления приемопередатчик 50A на 434 мегагерц содержит фильтры, которые блокируют сигналы на полосе 315 мегагерц. Подобным образом, приемопередатчик 50B, который работает на полосе 315 мегагерц, содержит фильтры, которые блокируют сигналы на полосе 434 мегагерца.

[0050] Контроллер в приборе может обрабатывать весь обмен данными между прибором и внешним миром, разделяя обмен данными между двумя приемопередатчиками, управление которых может осуществляться координированным способом для передачи необходимых данных. В некоторых вариантах осуществления контроллер скважинного прибора 40 разделяет один поток данных на две части, каждая из которых передается на соответствующий один из приемопередатчиков 50A и 50B. Две части принимаются на соответствующих приемниках. Затем полученные части могут быть повторно объединены для приема исходного потока данных. В других вариантах осуществления отдельные потоки данных отправляются передатчиками 50A и 50B.

[0051] Поскольку передатчики 50A и 50B могут работать независимо друг от друга, два приемопередатчика могут работать для одновременных передачи или приема данных от прибора 42. В качестве альтернативы один из приемопередатчиков 50A и 50B может применяться для приема данных, в то время как другой из приемопередатчиков 50A и 50B применяется для передачи данных.

[0052] Поскольку выше описан ряд иллюстративных аспектов и вариантов осуществления, специалистам в данной области техники будут очевидны определенные модификации, перестановки, дополнения и их подкомбинации. Поэтому подразумевается, что следующая прилагаемая формула изобретения и позднее представленные пункты формулы изобретения интерпретируются как включающие все такие модификации, перестановки, дополнения и подкомбинации, как находящиеся в пределах сущности и объема формулы

изобретения.

### Интерпретация выражений

[0053] Если контекст явно не требует иного, по всему тексту описания и формулы изобретения:

- выражения «содержать», «содержащий» и т. п. должны толковаться в смысле включения, в отличие от смысла исключения или исчерпывания; то есть в смысле «включая, но без ограничения»;
- выражения «соединенный», «связанный» или любой их вариант означают любое соединение или связь, прямую или непрямую, между двумя или более элементами; связь или соединение между элементами могут быть физическими, логическими или их сочетанием;
- выражения «в настоящем документе», «выше», «ниже» и слова подобного смысла при использовании для описания настоящего изобретения должны относиться к описанию настоящего изобретения в целом, а не к каким-либо конкретным частям описания настоящего изобретения;
- выражение «или» при ссылке на перечень из двух или более элементов охватывает все следующие интерпретации этого слова: любой элемент в перечне, все элементы в перечне и любое сочетание элементов в перечне;
- формы единственного числа включают также значение любых подходящих форм множественного числа.

[0054] Слова, указывающие направления, такие как «вертикальный», «поперечный», «горизонтальный», «вверх», «вниз», «вперед», «назад», «вовнутрь», «наружу», «вертикальный», «поперечный», «левый», «правый», «передний», «задний», «верхний», «нижний», «ниже», «выше», «под» и т. п., используемые в настоящем описании и любых пунктах формулы изобретения (если используются), зависят от конкретной ориентации описанного и проиллюстрированного устройства. Объект изобретения, описанный в настоящем

документе, может принимать различные альтернативные ориентации. Соответственно, эти связанные с направлением термины не определены строго и не должны интерпретироваться в узком смысле.

[0055] Когда выше производится ссылка на какой-либо компонент (например, схему, модуль, узел, устройство, компонент бурильной колонны, систему буровой установки и т. д.), то, если не указано иное, ссылка на этот компонент (включая ссылку на «средства») должна интерпретироваться как включающая эквиваленты этого компонента, любой компонент, выполняющий функцию описываемого компонента (т. е., функционально эквивалентный), включая компоненты, конструктивно не эквивалентные раскрытой конструкции, выполняющей эту функцию в представленных иллюстративных вариантах осуществления настоящего изобретения.

[0056] Конкретные примеры систем, способов и устройства описаны в настоящем документе в целях иллюстрации. Они представляют собой лишь примеры. Технология, предлагаемая в настоящем документе, может быть применимой к другим системам, отличным от описанных выше примерных систем. В пределах практического осуществления настоящего изобретения возможны многие изменения, модификации, дополнения, исключения и перестановки. Настоящее изобретение включает изменения описанных вариантов осуществления, очевидные специалистам в данной области техники, к которой относится изобретение, включая изменения, полученные путем: замены признаков, элементов и/или действий эквивалентными признаками, элементами и/или действиями; смешивания и совмещения признаков, элементов и/или действий из других вариантов осуществления; сочетания признаков, элементов и/или действий из вариантов осуществления, описанных в настоящем документе, с признаками, элементами и/или действиями другой технологии; и/или исключения сочетания признаков, элементов и/или действий из описанных вариантов осуществления.

[0057] Поэтому подразумевается, что последующая прилагаемая формула

изобретения и позднее представленные пункты формулы изобретения интерпретируются как включающие все такие модификации, перестановки, дополнения, исключения и подкомбинации, которые могут быть обоснованно выведены. Объем формулы изобретения не должен ограничиваться предпочтительными вариантами осуществления, изложенными в примерах, напротив, ему следует придавать самую широкую интерпретацию, согласующуюся с описанием в целом.

**Формула изобретения**Первоначально поданная  
формула изобретения**1. Скважинный прибор, содержащий:**

стыковочный переводник, содержащий трубчатую секцию с первой и второй продольно разнесенными электропроводными частями, которые электрически изолированы друг от друга;

электромагнитный телеметрический передатчик, подключенный для приложения разности потенциалов между первой и второй электропроводными частями;

однопроводную шину, обеспечивающую обмен данными между одной из первой и второй электропроводных частей и процессором для обработки данных.

2. Скважинный прибор по п. 1, отличающийся тем, что однопроводная шина содержит шину локальной соединительной сети.

3. Скважинный прибор по п. 1 или п. 2, отличающийся тем, что он находится во взаимодействии с устройством интерфейса данных, содержащим первый и второй проводники, соответственно находящиеся в контакте с первой и второй электропроводными частями стыковочного переводника, и узлом однопроводной шины, подключенным между первым и вторым проводниками.

4. Скважинный прибор по п. 3, отличающийся тем, что он находится во взаимодействии со стойкой хранилища, обеспечивающей первый и второй проводники, причем первый и второй проводники могут контактировать с первой и второй электропроводными частями стыковочного переводника, когда стыковочный переводник помещен в стойку хранилища.

5. Скважинный прибор по п. 5, отличающийся тем, что первый и второй проводники подключены для обеспечения обмена данными со скважинным прибором и от него.

6. Скважинный прибор по любому из пп. 1–5, отличающийся тем, что он

находится во взаимодействии с внешним компьютером, подключенным для подачи данных и/или команд на скважинный прибор или для приема данных и/или команд со скважинного прибора с помощью однопроводной шины.

7. Скважинный прибор по п. 3, отличающийся тем, что подключен к внешнему компьютеру с помощью заземляющей ленты, находящейся в электрическом контакте с одной из первой и второй электропроводных частей стыковочного переводника, и проводника с данными, находящегося в электрическом контакте с другой из первой и второй электропроводных частей стыковочного переводника.

8. Скважинный прибор по любому из пп. 1–7, отличающийся тем, что содержит беспроводной приемопередатчик данных с проводным выводом, временно подключенным к однопроводной шине.

9. Скважинный прибор, содержащий процессор для обработки данных, хранилище данных, один или более датчиков и беспроводной приемопередатчик данных, при этом процессор выполнен с возможностью хранения данных, полученных из выводов одного или более датчиков, в хранилище данных и автоматической передачи сохраненных данных из хранилища данных посредством беспроводного приемопередатчика данных при обнаружении, что беспроводной приемопередатчик установил обмен данными с другим приемопередатчиком данных.

10. Скважинный прибор по п. 9, отличающийся тем, что содержит множество беспроводных приемопередатчиков данных.

11. Скважинный прибор по п. 10, отличающийся тем, что приемопередатчики подключены к общей антенне.

12. Скважинный прибор по п. 10 или п. 11, отличающийся тем, что каждый из приемопередатчиков работает на частоте, отличной от других приемопередатчиков.

13. Скважинный прибор по п. 12, отличающийся тем, что каждый из

приемопередатчиков содержит фильтр, выполненный с возможностью блокирования частот других приемопередатчиков.

14. Скважинный прибор по любому из пп. 10–13, отличающийся тем, что один из приемопередатчиков передает и принимает на полосе 434 мегагерца.

15. Скважинный прибор по п. 14, отличающийся тем, что другой из приемопередатчиков передает и принимает на полосе 315 мегагерц.

16. Скважинный прибор по п. 10, отличающийся тем, что каждый из приемопередатчиков работает на множестве частот одновременно.

17. Скважинный прибор по любому из пп. 10–16, отличающийся тем, что содержит контроллер, выполненный с возможностью разделения одного потока данных на множество частей и управления приемопередатчиками таким образом, чтобы каждая из частей передавалась на соответствующий один из приемопередатчиков.

18. Скважинный прибор по любому из пп. 9–17, отличающийся тем, что содержит множество модулей, причем каждый из модулей содержит запоминающее устройство, при этом приемопередатчик предусмотрен в приемопередающем/регистрающем блоке, выполненном с возможностью автоматического получения данных из запоминающих устройств модулей, регистрации принятых данных в хранилище данных и загрузки полученных данных, когда скважинный прибор достигнет поверхности.

19. Скважинный прибор по п. 18, отличающийся тем, что приемопередающий/регистрающий блок содержит процессор.

20. Скважинный прибор по п. 19, отличающийся тем, что процессор приемопередающего/регистрающего блока выполнен с возможностью периодического упорядочения различных модулей и приема и хранения показателей диагностических регистров модулей в хранилище данных.

21. Скважинный прибор по п. 20, отличающийся тем, что модули

запрограммированы на периодическую передачу выбранных данных на приемопередающий/региструющий блок.

22. Скважинный прибор по любому из пп. 19–21, отличающийся тем, что процессор приемопередающего/региструющего блока выполнен с возможностью проведения поисков по мониторингу шины для выявления нетипичного поведения прибора.

23. Скважинный прибор по п. 22, отличающийся тем, что поиски по мониторингу шины включают регистрацию загруженности на шине данных, подключенной к модулям, в ответ на запуск одной или более меток.

24. Скважинный прибор по любому из пп. 9–23, отличающийся тем, что приемопередатчик имеет режим ожидания, в котором он в основном выключен, за исключением схемы с низкой мощностью, которая определяет, находится ли приемопередатчик в пределах диапазона другого совместимого приемопередатчика, при этом приемопередатчик выполнен с возможностью переключения из режима ожидания в активный режим в ответ на обнаружение радиосигнала от совместимого приемопередатчика.

25. Способ установления передачи данных со скважинным прибором, содержащим стыковочный переводник, содержащий первую и вторую электропроводные части, разделенные электроизолирующим промежутком, и процессор для обработки данных, причем способ включает электрическое контактирование первой и второй электропроводных частей с первым и вторым электрическими проводниками, применение электрических сигналов, модулированных для переноса данных в первую и вторую электропроводные части посредством первого и второго электрических проводников и обнаружение сигналов на приемнике в скважинном приборе.

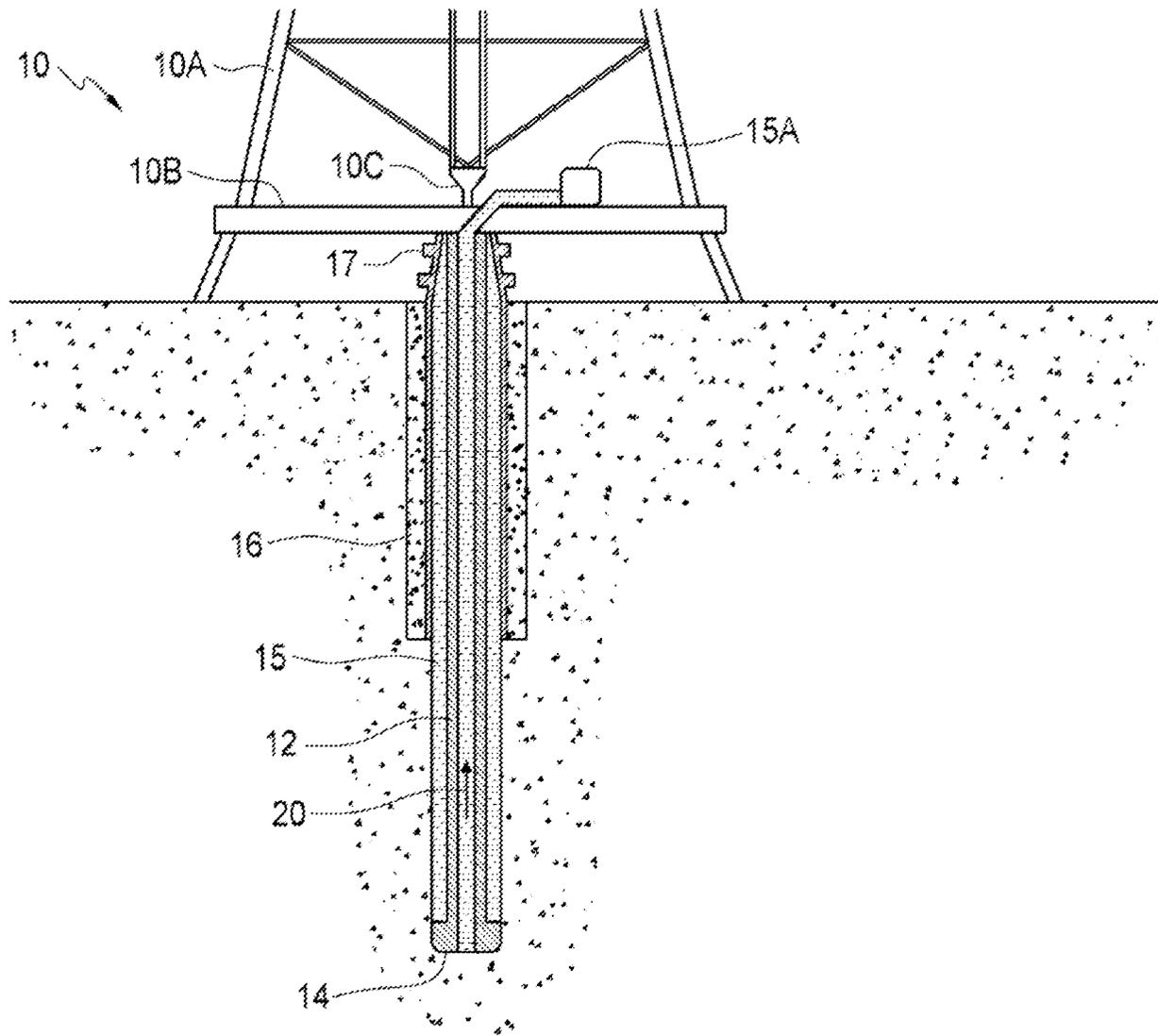
26. Способ по п. 25, отличающийся тем, что включает удержание с помощью скоб или зажимов первого и второго электрических проводников в электрическом контакте с первой и второй электропроводными частями стыковочного

переводника.

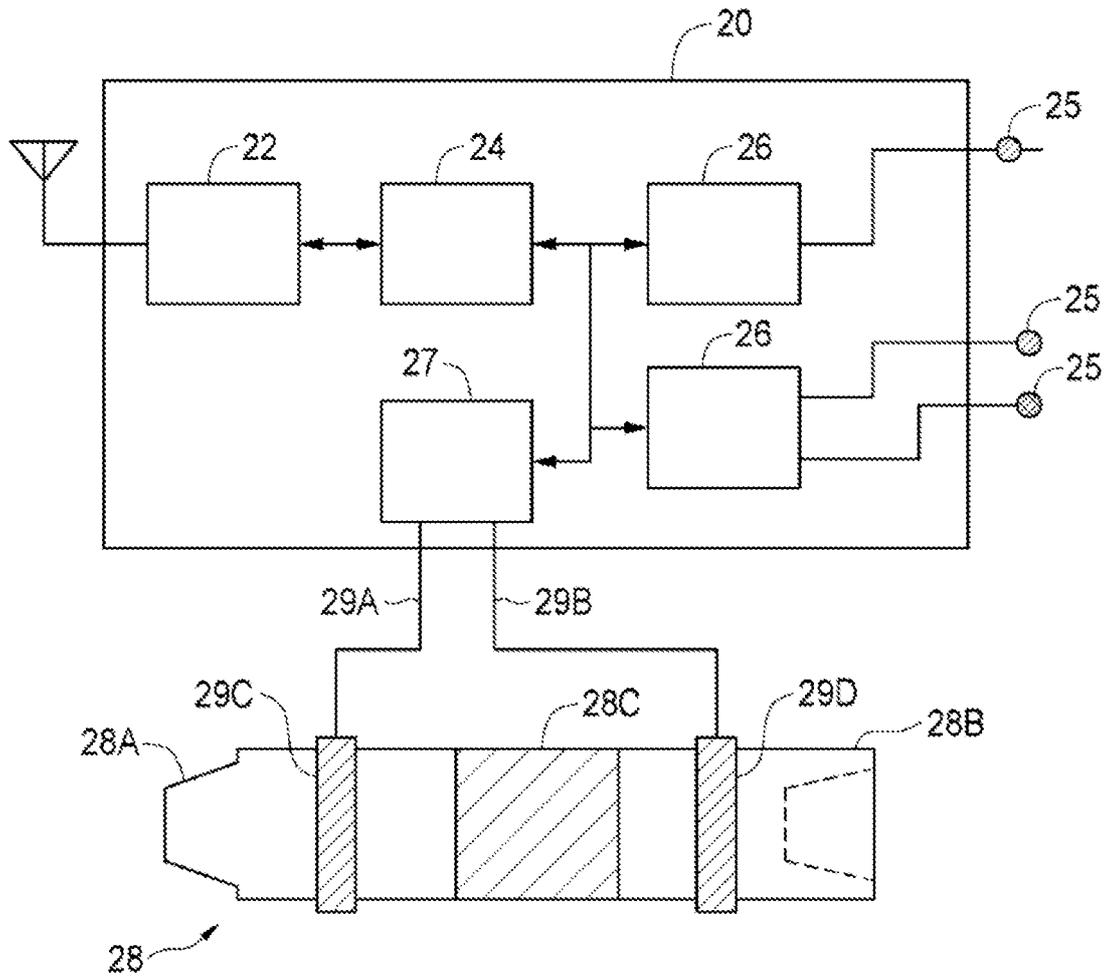
27. Способ по п. 25 или п. 26, отличающийся тем, что скважинный прибор содержит электромагнитный телеметрический приемник, подключенный между первой и второй электропроводными частями стыковочного переводника, причем способ включает обнаружение сигналов с электромагнитного телеметрического приемника.

28. Устройство, имеющее любой новый и патентоспособный признак, комбинацию признаков или подкомбинацию признаков, как описано в данном документе.

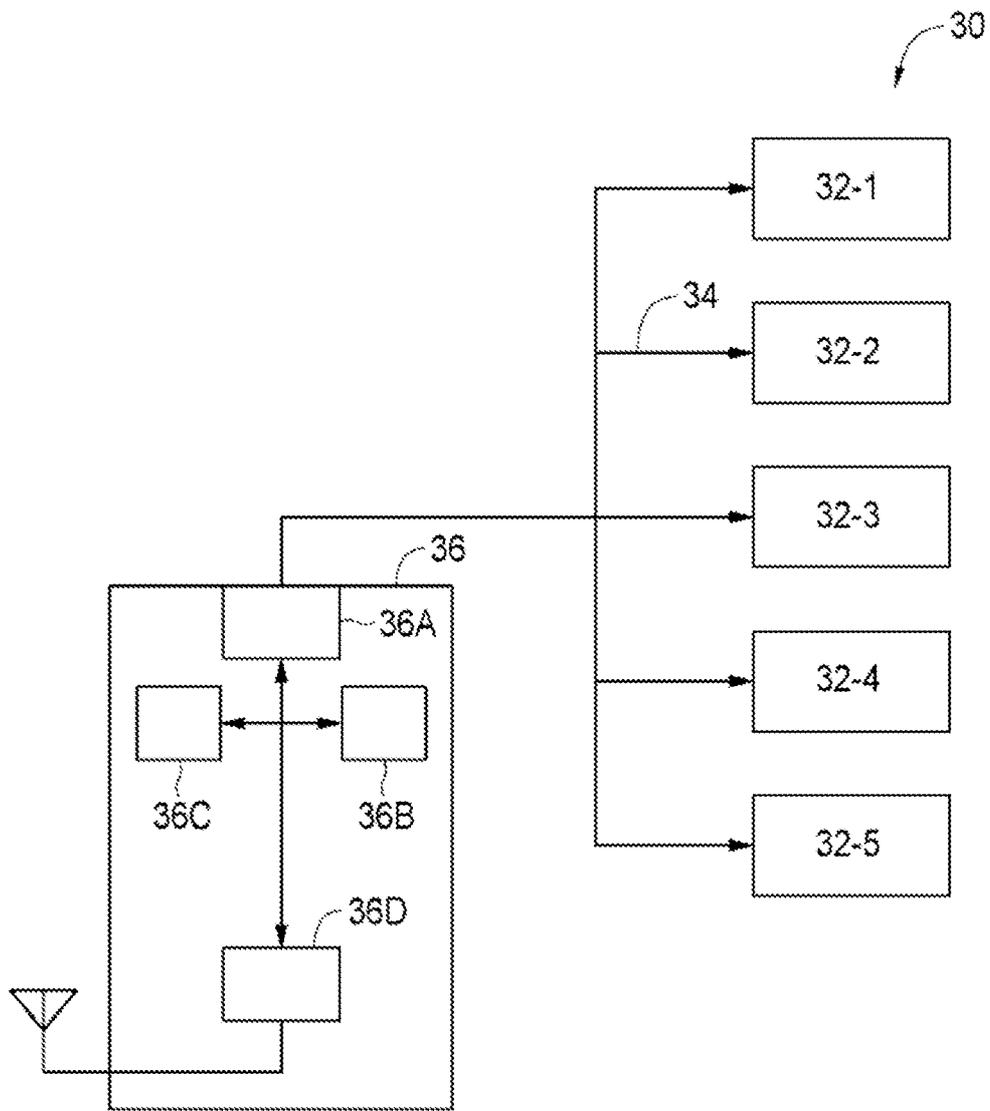
29. Способы, включающие любые новые и патентоспособные этапы, действия, комбинацию этапов и/или действий или подкомбинацию этапов и/или действий, как описано в данном документе.



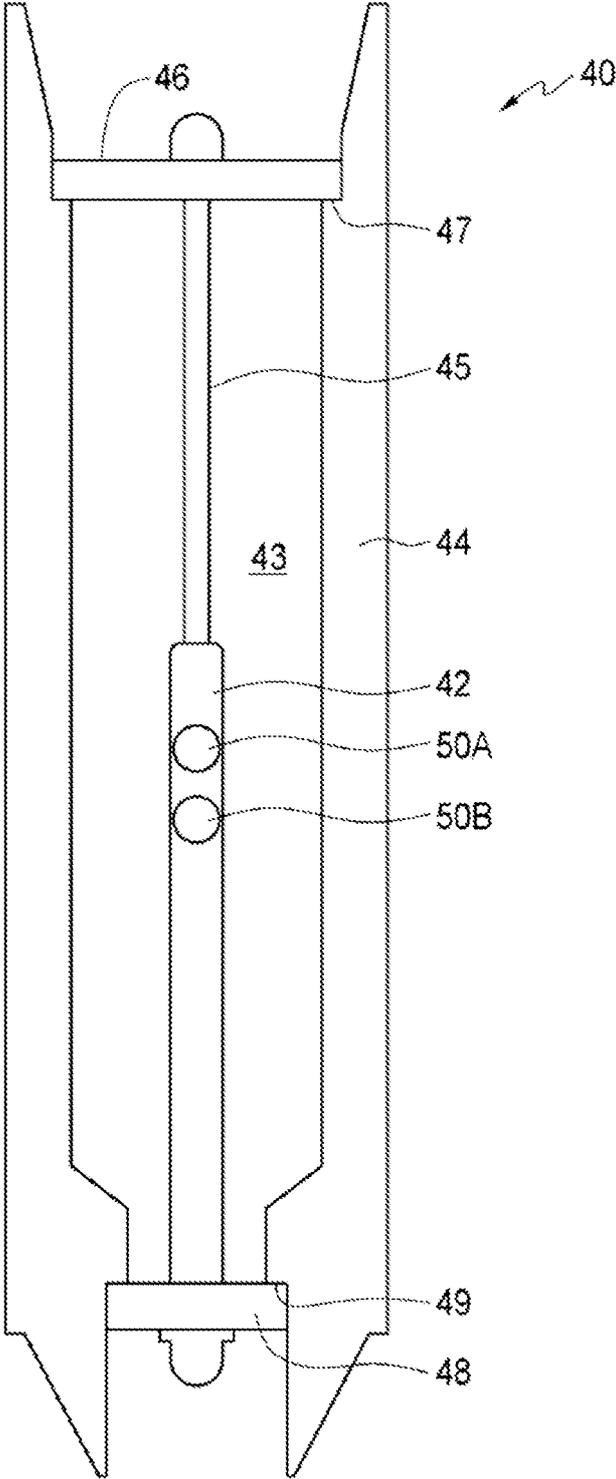
Фиг. 1



Фиг. 2



ФИГ. 3



Фиг. 4