

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2679777

ШАХТНАЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Константинов Ален Владимирович (RU), Шпенст Вадим Анатольевич (RU)*

Заявка № 2018120248

Приоритет изобретения 31 мая 2018 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 12 февраля 2019 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 31 мая 2038 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21F 17/18 (2018.08); *H04W 64/00* (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018120248, 31.05.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.05.2018Дата регистрации:
12.02.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.05.2018

(45) Опубликовано: 12.02.2019 Бюл. № 5

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Константинов Ален Владимирович (RU),
Шпенст Вадим Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2382203 C1, 20.02.2010. RU
2508449 C1, 27.02.2014. RU 124945 U1,
20.02.2013. RU 2014104310 A, 20.08.2015. RU
87495 U1, 10.10.2009. RU 2573659 C1,
27.01.2016. CN 102655630 A, 05.09.2012.

(54) ШАХТНАЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА

(57) Реферат:

Изобретение относится к радиотехническим системам и сетевым технологиям и может быть использовано в подземных выработках в качестве автоматизированной шахтной телекоммуникационной системы связи и мониторинга фоновой обстановки шахты, в том числе для своевременного оповещения об опасности. Техническим результатом является повышение надежности и автоматизации системы мониторинга и передачи данных телеметрии для своевременного оповещения шахтеров о возможных угрозах для жизни и здоровья. Система содержит на поверхности шахты блок управления командного пункта, а в подземной выработке содержит беспроводную сенсорную сеть, состоящую из вычислительно-коммутационных радиоустройств-ретрансляторов, количество которых в комплекте

зависит от длины контролируемой выработки. Система дополнительно содержит подземный автоматизированный пункт управления с экспертной системой, соединенный с наземным блоком управления командного пункта кабелем передачи данных и с беспроводной сенсорной сетью посредством канала радиосвязи, в качестве радиоустройств-ретрансляторов используются маршрутизаторы беспроводной связи, входящие в состав контроллеров как индивидуальных устройств шахтеров, так и мобильных робототехнических платформ, к входам/выходам каждого контроллера подключен блок датчиков состояния окружающей среды и видеочасть для мониторинга обстановки шахты и местоположения шахтеров в режиме реального времени. 2 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
E21F 17/18 (2006.01)
H04W 64/00 (2009.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
E21F 17/18 (2018.08); *H04W 64/00* (2018.08)

(21)(22) Application: **2018120248**, **31.05.2018**

(24) Effective date for property rights:
31.05.2018

Registration date:
12.02.2019

Priority:

(22) Date of filing: **31.05.2018**

(45) Date of publication: **12.02.2019** Bull. № 5

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet", otdel intellektualnoj sobstvennosti i
transfera tekhnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Konstantinov Alen Vladimirovich (RU),
Shpenst Vadim Anatolevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) MINE TELECOMMUNICATION SYSTEM

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering.

SUBSTANCE: invention relates to radio systems and network technologies and can be used in underground workings as an automated mine telecommunications and mine's background environment monitoring system, including for timely warning of danger. System contains command center control unit on the surface of the mine, and in the underground it contains a wireless sensor network consisting of computational-switching radio devices-repeaters, the number of which in the set depends on the length of the controlled working. System additionally contains an underground automated control center with an expert system connected to the ground

control unit of the command center by a data transmission cable and to the wireless sensor network via a radio link, wireless communication routers included in the controllers of both individual miners' devices and mobile robotic platforms are used as radio repeaters, block of environmental sensors and a video camera are connected to the inputs / outputs of each controller to monitor the mine situation and the location of the miners in real time.

EFFECT: technical result is to increase the reliability and automation of the monitoring system and telemetry data transmission for timely notification of miners about possible threats to life and health.

1 cl, 2 dwg

Изобретение относится к радиотехническим системам и сетевым технологиям и может быть использовано в подземных выработках в качестве автоматизированной телекоммуникационной системы связи, мониторинга обстановки шахты и своевременного оповещения об опасности.

5 Известна система шахтной связи (патент RU №2508449, опубл. 27.02.2014) содержащая устройство распознавания и формирования команд управления, по меньшей мере, один терминал наблюдения, приспособленный для информирования оператора и получения от него управляющих команд, связанный с устройством распознавания и формирования команд управления, соединенные метки УВЧ и НЧ диапазонов, переносимые
10 горнорабочими, и датчики состояния окружающей среды, распределенные по подземной выработке и связанные по каналам связи с устройством распознавания и формирования команд управления, отличающаяся тем, что содержит соединенные ретрансляторы УВЧ и НЧ диапазонов, выполненные с возможностью ретрансляции сигналов соединенных меток УВЧ и НЧ диапазонов, а также сигналов других соединенных
15 ретрансляторов УВЧ и НЧ диапазонов на используемой частоте того же диапазона, или на используемой частоте другого диапазона, распределенные по подземной выработке и связанные по каналам связи с устройством распознавания и формирования команд управления.

Недостаток данной системы состоит в обширной подземной инфраструктуре,
20 состоящей из большого количества устройств разного типа, как следствие система не надежна и экономически не эффективна в использовании. А также, человеческим фактором, обусловленным наличием одного или нескольких операторов, наблюдающих за параметрами окружающей среды, перемещением горнорабочих в зоне контроля, отдающих команды управления и сообщения оповещения об опасности.

25 Известна автоматизированная система управления и контроля производственных процессов, окружающей среды и местоположения горнорабочих в подземных выработках (патент RU №2180941, опубл. 27.03.2002), характеризующаяся тем, что она осуществляет контроль и управление технологическими процессами в подземных выработках по каналам проводной и радиосвязи в автоматическом режиме и по
30 запросам, при этом ЭВМ пульта управления системы оснащена программным обеспечением "СМОГ", станции сбора и передачи информации, распределенные по подземной выработке и соединенные с пультом управления информационной магистралью, оснащены приемниками кодированных радиосигналов и датчиками состояния окружающей среды, распределенными по подземной выработке, а
35 горнорабочие оснащены передатчиками кодированных радиосигналов ограниченного радиуса действия, вмонтированными в головные светильники, с возможностью осуществления непрерывного контроля за состоянием окружающей среды и местоположением горнорабочих в подземных выработках и использования этой информации для управления производственными процессами.

40 Недостатком системы является низкая эффективность и надежность системы, так как радиосигналы между станциями сбора и передачи информации распространяются вдоль подземной выработки и в случае нарушения прохождения радиосигналов, например, из-за завала, система перестает работать.

Известна шахтная система мониторинга, оповещения и определения местоположения
45 горнорабочих (патент RU №2401947, опубл. 20.10.2010) содержащая, по меньшей мере, одно устройство распознавания и формирования команд управления, по меньшей мере, один терминал наблюдения, приспособленный для информирования оператора и получения от него управляющих команд, связанный с устройством распознавания и

формирования команд управления, соединенные метки УВЧ и НЧ диапазонов, переносимые горнорабочими, а также датчики состояния окружающей среды, устройства приема-передачи сигнала меток УВЧ диапазона, устройства активации меток НЧ диапазона и устройства распознавания сигнала меток НЧ диапазона, распределенные по подземной выработке и связанные по каналам связи с устройством распознавания и формирования команд управления.

Недостатком является то, что система обеспечивает контроль местоположения горнорабочих в штатном режиме работы шахты с использованием штатных каналов связи, но утрачивает возможность контроля местоположения горнорабочих при нарушении (из-за завалов) работы штатных каналов связи в аварийном режиме работы шахты.

Известна автоматизированная система связи (патент RU №2473812, опубл. 27.01.2013)), содержащая станции сбора и передачи информации с пультом управления с персональным компьютером и программным обеспечением, M проводных каналов связи, отличающаяся тем, что каждый канал связи включает страховочный трос, первый и второй приемопередатчики, каждый из которых содержит антенну, выполненную в виде металлического стержня, покрытого слоем диэлектрика, страховочный трос изготовлен в виде плетеных нейлоновых нитей и многожильного металлического проводника, покрытого слоем диэлектрика, при этом приемопередатчики размещены по концам страховочного троса и гальванически подключены к многожильному металлическому проводнику страховочного троса либо не имеют гальванического контакта с многожильным металлическим проводником страховочного троса и связаны с ним по радиоканалу через антенны.

Недостатком системы является наличие передатчиков радиосигналов ограниченного радиуса действия, вмонтированных в головные светильники горнорабочих. Вследствие удаления шахтеров на значительное расстояние от приемопередатчиков, подключенных к страховочному тросу, связь между объектами пропадает.

Известна система мониторинга объектов в шахтах (патент RU №2636571, опубл. 23.11.2017), состоящая по меньшей мере из одного центрального контроллера с соответствующим программным обеспечением, находящегося вне шахты и связанного с множеством считывателей, расположенных в фиксированных местах ретрансляции по всей шахте и связанных, в свою очередь, с множеством транспондеров (меток), прикрепленных к объектам мониторинга, причем между считывателями и транспондерами установлена двухсторонняя высокочастотная беспроводная связь, отличающаяся тем, что каждый транспондер совмещен с приемником низкочастотного сигнала аварийного оповещения и работает в режиме запроса, содержащего код обратного отсчета времени и код вычисления времени ответа в пределах интервала ожидания.

Недостаток данной системы состоит в том, что между центральным контроллером и считывателями установлена проводная связь и вследствие аварийного обрыва кабеля часть системы перестает работать.

Известен шахтный комплекс аварийной связи (патент RU №2382203, опубл. 20.02.201), принятая за прототип, на базе беспроводной сенсорной сети, содержащий на поверхности шахты блок управления командного пункта с телефонным аппаратом и телефонную линию, соединяющую блок управления с подземными абонентами, а в подземной выработке содержащий беспроводную сенсорную сеть, состоящую из вычислительно-коммутиционных радиоустройств - ретрансляторов, количество которых в комплексе зависит от длины контролируемой выработки, и окончного

радиоустройства, отличающийся тем, что, с целью создания эффективного речевого радиоканала в подземных условиях, в него введены два или более абонентских устройства, размещаемых в индивидуальных осветительных приборах шахтера, адаптер и искробезопасное устройство гальванического разделения цепей, при этом адаптер с одной стороны подсоединяется к двухпроводной телефонной линии, а с другой стороны через устройство гальванического разделения соединяется с оконечным радиоустройством.

Недостаток данной системы состоит в том, что блок управления командного пункта с телефонным аппаратом может поддерживать связь в режиме реального времени только с одним абонентом с невозможностью определения местоположения последнего.

Технический результат заключается в повышении надежности и автоматизации системы мониторинга и передачи данных телеметрии для своевременного оповещения шахтеров о возможных угрозах для жизни и здоровья.

Технический результат достигается тем, что дополнительно содержит подземный автоматизированный пункт управления с экспертной системой, соединенный с наземным блоком управления командного пункта кабелем передачи данных и с беспроводной сенсорной сетью посредством канала радиосвязи, в качестве радиоустройств-ретрансляторов используются маршрутизаторы беспроводной связи, входящие в состав контроллеров, как индивидуальных устройств шахтеров, так и мобильных робототехнических платформ, к входам / выходам каждого контроллера подключен блок датчиков состояния окружающей среды и видеочамера для мониторинга обстановки шахты и местоположения шахтеров в режиме реального времени. Шахтная телекоммуникационная система поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 - структурная схема устройства;

фиг. 2 - функциональная схема устройства, где:

1 - блок управления командного пункта;

2 - кабель передачи данных;

3 - подземный автоматизированный пункт управления;

4 - индивидуальное устройство шахтера;

5 - мобильная робототехническая платформа;

6 - контроллер;

7 - маршрутизатор беспроводной связи;

8 - видеочамера;

9 - блок датчиков состояния окружающей среды.

Шахтная телекоммуникационная система, содержащая на поверхности шахты блок управления командного пункта 1 (фиг. 1, 2), а в подземной выработке содержащая беспроводную сенсорную сеть, состоящую из вычислительно-коммутиционных радиоустройств - ретрансляторов, количество которых в комплекте зависит от длины контролируемой выработки дополнительно содержит подземный автоматизированный пункт управления 3 с экспертной системой, соединенный с наземным блоком управления командного пункта кабелем передачи данных 2 и, посредством канала радиосвязи, с беспроводной сенсорной сетью, состоящей из индивидуальных устройств шахтеров 4 и мобильных робототехнических платформ 5. Каждое индивидуальное устройство шахтера 4 и каждая мобильная робототехническая платформа 5 имеют в своем составе контроллер 6, содержащий маршрутизатор беспроводной связи 7 для передачи данных по каналу радиосвязи между индивидуальными устройствами шахтеров 4, мобильными робототехническими платформами 5 и подземным автоматизированным пунктом управления 3. К входам и выходам каждого контроллера 6, для мониторинга обстановки

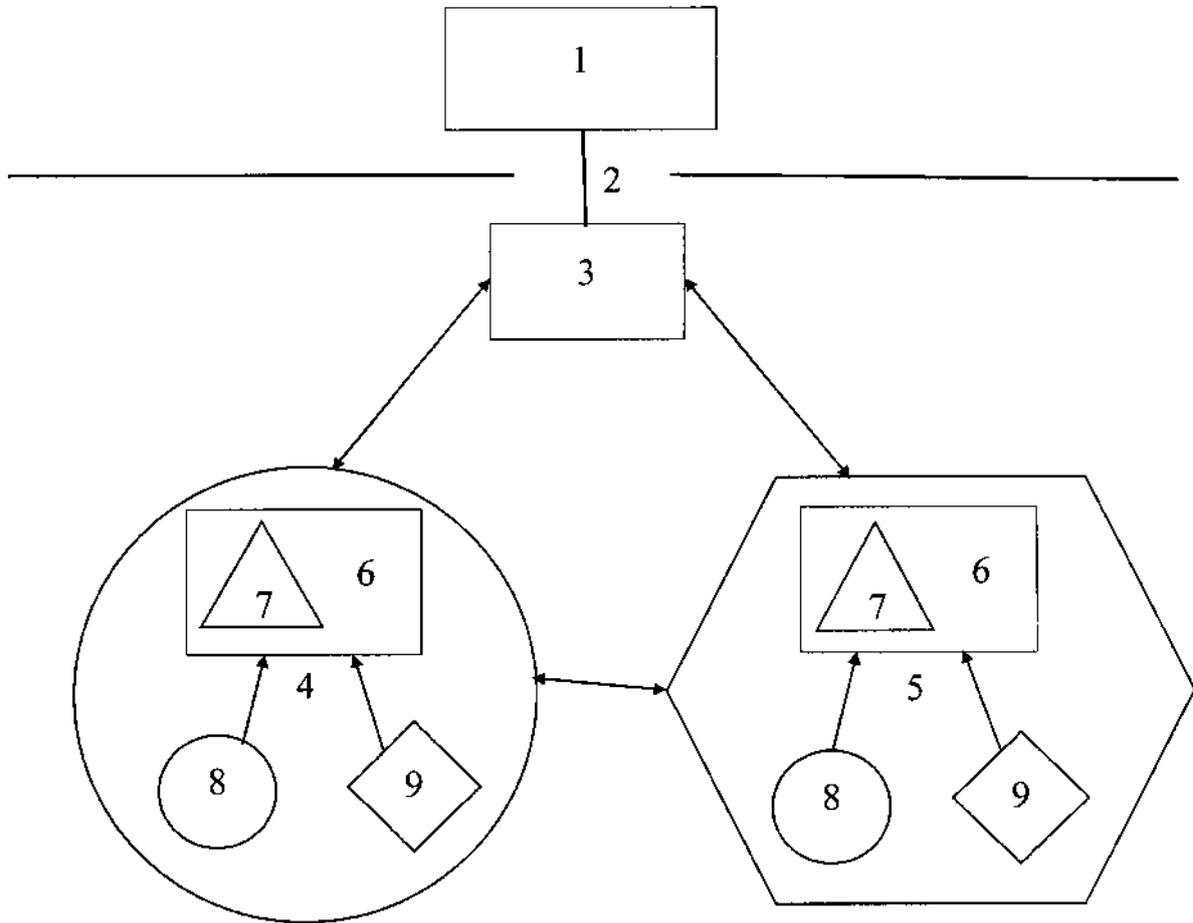
шахты и местоположения шахтеров в режиме реального времени, подключена видеокамера 8 и блок датчиков состояния окружающей среды 9, в состав которого входят датчики давления, температуры, влажности, освещенности, вибрации, задымленности, огня и концентрации веществ (метана).

5 Шахтная телекоммуникационная система работает следующим образом. В процессе производственных работ в подземной выработке группа шахтеров, имеющих при себе индивидуальные устройства 4 (фиг. 2) для мониторинга обстановки шахты и радиосвязи, перемещаются в различных направлениях. По мере удаления шахтеров друг от друга радиосвязь ухудшается. В этой связи необходимо наличие ретрансляторов, которые
10 используются в ближайших аналогах данной заявляемой системы в неподвижном состоянии и выполняют, преимущественно, одну единственную функцию ретрансляции сигналов, а в случае аварийной ситуации (завала) перестают функционировать. В данной заявляемой системе роль ретрансляторов выполняют маршрутизаторы беспроводной связи 7 (фиг. 1), установленные на автономных мобильных робототехнических
15 платформах 5, самостоятельно определяющих целесообразность их местоположения в зависимости от местонахождения шахтеров при помощи эволюционных алгоритмов моделирования и оптимизации и бионических алгоритмов комбинаторной оптимизации, в отличие от ближайших аналогов, в зависимости от технического задания на устройство и технических условий, выполняющих, функции мониторинга обстановки шахты и
20 местоположения шахтеров в режиме реального времени с дополнительным оповещением шахтеров о возможной опасности по каналу радиосвязи. Данные видеосъемки и телеметрии от видеокамер 8 и блоков датчиков окружающей среды 9, подключенных к контроллерам 6, входящих в состав индивидуальных устройств шахтеров 4 и мобильных робототехнических платформ 5 по беспроводной сети посредством
25 маршрутизаторов беспроводной связи 7 дополнительно передаются в автоматизированный пункт управления 3, содержащий экспертную систему, которая выполняет роль эксперта и, в свою очередь, может принимать необходимые решения в соответствии с обстановкой и уровнем опасности в шахте. Далее по кабелю передачи данных 2 данные дополнительно передаются в блок управления командного пункта
30 1, с, по меньшей мере, одним оператором, наблюдающим данные телеметрии и поступившие видеоизображения на телеэкране (на фиг. 1 и 2 не указан) и, по мере возникающей угрозы, в соответствии с заранее прописанной инструкцией, отдающим дополнительные команды системе.

35 (57) Формула изобретения

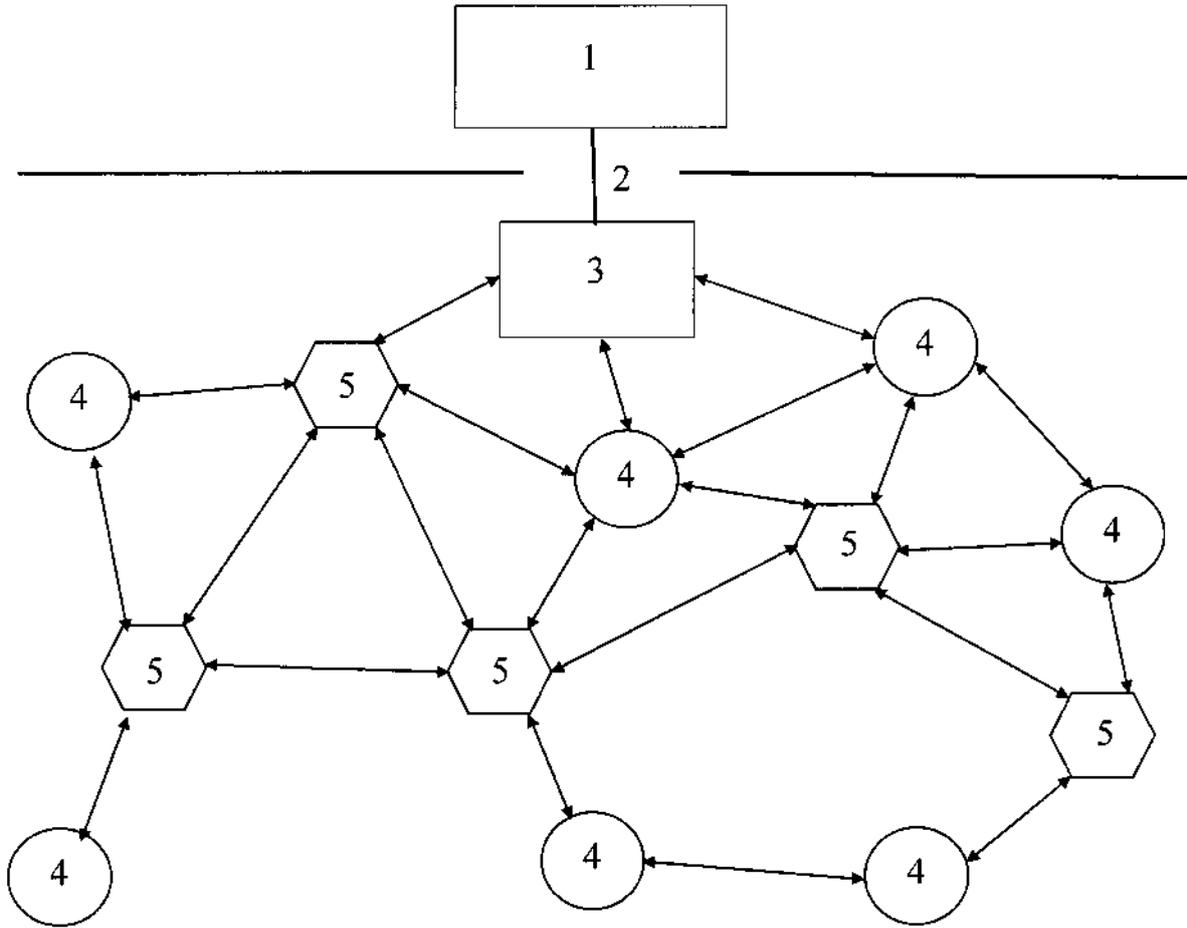
Шахтная телекоммуникационная система, содержащая на поверхности шахты блок управления командного пункта, а в подземной выработке содержащая беспроводную сенсорную сеть, состоящую из вычислительно-коммутиционных радиоустройств-ретрансляторов, количество которых в комплекте зависит от длины контролируемой
40 выработки, отличающаяся тем, что дополнительно содержит подземный автоматизированный пункт управления с экспертной системой, соединенный с наземным блоком управления командного пункта кабелем передачи данных и с беспроводной сенсорной сетью посредством канала радиосвязи, в качестве радиоустройств-ретрансляторов используются маршрутизаторы беспроводной связи, входящие в состав
45 контроллеров как индивидуальных устройств шахтеров, так и мобильных робототехнических платформ, к входам/выходам каждого контроллера подключен блок датчиков состояния окружающей среды и видеокамера для мониторинга обстановки шахты и местоположения шахтеров в режиме реального времени.

ШАХТНАЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА



Фиг. 1

ШАХТНАЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА



Фиг. 2