



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*H04W 84/18 (2019.02); H04W 52/0206 (2019.02); H04W 52/0216 (2019.02)*

(21)(22) Заявка: 2018120261, 31.05.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
31.05.2018Дата регистрации:  
03.10.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.05.2018

(45) Опубликовано: 03.10.2019 Бюл. № 28

Адрес для переписки:

432005, г.Ульяновск, Московское ш., 100б,  
помещение 19, ООО "ТСТ", директор  
Широглазов Вячеслав Владимирович

(72) Автор(ы):

Елягин Сергей Владимирович (RU),  
Дементьев Виталий Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
"ТСТ" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2492592 C2, 10.09.2013. US 2006/  
0022800 A1, 02.02.2006. US 2007/0176772 A1,  
02.08.2007. RU 2439812 C1, 10.01.2012. RU  
2011135102 A, 27.02.2013. RU 2507571 C2,  
20.02.2014.

## (54) СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ СЕНСОРНЫХ УЗЛОВ В БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к беспроводным сенсорным сетям. Технический результат - снижение энергопотребления сенсорных узлов в беспроводной сенсорной сети. Беспроводную сенсорную сеть логически разбивают на k функционально обособленных беспроводных сенсорных локальных сетей, которые работают на собственном локальном частотном канале. Сенсорные узлы работают в режиме пониженного энергопотребления, получают питание от батареи и периодически кратковременно включают приемник для обнаружения пробуждающего сообщения. Одну или более беспроводных сенсорных локальных сетей закрепляют за одним из n беспроводных ретрансляторов, которые

работают на частотном канале ретрансляции, используют постоянно включенное питание приемника и передатчика и обеспечивают в произвольный момент времени двустороннюю связь между центральным сервером и беспроводными сенсорными локальными сетями. Беспроводные ретрансляторы кратковременно изменяют частотный канал ретрансляции на локальный частотный канал конкретной беспроводной сенсорной локальной сети при ее пробуждении. При переходе беспроводной сенсорной локальной сети в активный режим у нее изменяют локальный частотный канал на частотный канал ретрансляции.

RU 2 702 079 C1

RU 2 702 079 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H04W 84/18 (2019.02); H04W 52/0206 (2019.02); H04W 52/0216 (2019.02)*

(21)(22) Application: **2018120261, 31.05.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**31.05.2018**

Registration date:  
**03.10.2019**

Priority:

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

(45) Date of publication: **03.10.2019 Bull. № 28**

Mail address:  
**432005, g.Ulyanovsk, Moskovskoe sh., 100b,  
pomeshchenie 19, OOO "TST", direktor  
Shiroglazov Vyacheslav Vladimirovich**

(72) Inventor(s):

**Elyagin Sergej Vladimirovich (RU),  
Dementev Vitalij Evgenevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu  
"TST" (RU)**

(54) **METHOD OF REDUCING POWER CONSUMPTION OF SENSOR UNITS IN A WIRELESS SENSOR NETWORK**

(57) Abstract:

FIELD: wireless sensor networks.

SUBSTANCE: wireless sensor network is logically divided into k functionally separate wireless sensor local networks, which operate on their own local frequency channel. Sensor units operate in low power mode, receive power from the battery and periodically switch on the receiver for the awakening message detection. One or more wireless sensor local area networks are assigned to one of n wireless repeaters, which operate on a retransmitting frequency channel, continuously use power to the receiver and transmitter and provide, at an arbitrary moment in time, two-way

communication between the central server and the wireless sensor local area networks. Wireless transponders briefly change the frequency relay channel to a local frequency channel of a specific wireless sensor local network when it wakes up. During transition of wireless sensor local network into active mode, local frequency channel is changed to frequency channel of retransmission.

EFFECT: reduced power consumption of sensor units in a wireless sensor network.

1 cl

RU 2 702 079 C1

RU 2 702 079 C1

Изобретение относится к беспроводным сенсорным сетям, в частности к способам энергоэффективного взаимодействия большого числа сенсорных узлов, распределенных на значительной территории, например, в многоквартирных многоэтажных домах, других жилых, общественных и промышленных зданиях и сооружениях.

5 Из изобретения [см. патент №2447508 РФ, МПК G08B 1/08; G06F 13/00; H04W 40/00; H04L 29/02, 10.04.2012 Бюл. №10, Выборочное включение полевых устройств в низковольтной беспроводной ячеистой сети] известен способ технический результат которого - это экономия электроэнергии в беспроводной ячеистой сети. Способ  
10 заключается в том, что беспроводную ячеистую сеть для осуществления передачи данных периодически выходят из состояния ожидания, т.е. из состояния, когда питание приемника и передатчика узла беспроводной ячеистой сети отключены.

Недостатки описанного аналога: 1) относительно длительное периодическое пребывание узлов беспроводной ячеистой сети во включенном состоянии, которое вызвано необходимостью ожидания данных от главного компьютера даже при их  
15 отсутствии; 2) необходимость перевода всех узлов беспроводной ячеистой сети во включенное состояние, даже если они не участвуют в текущем сеансе связи; 3) невозможность в произвольный момент времени выполнить передачу данных. Таким образом, первый и второй пункты, способствуют излишнему расходу энергии источника питания (батареи).

20 Из заявки на изобретение [см. заявка 2006129314/09 РФ, МПК H04Q 7/38, 20.02.2008. Способ и устройство, оптимизирующие прием сообщений оповещения о вызове/широковещании устройствами беспроводной связи с автономным питанием] известен способ функционирования устройства беспроводной связи, который заключается в том, что беспроводное устройство с батарейным питанием переводят в состояние  
25 пониженного энергопотребления с возможностью приема повторяющегося пробуждающего информационного сигнала.

Недостатки описанного аналога: 1) относительно длительное периодическое пребывание устройства беспроводной связи во включенном состоянии, которое вызвано  
30 необходимостью ожидания пробуждающего информационного сигнала; 2) пробуждающий информационный сигнал в конкретный момент времени может передавать только одно устройство беспроводной связи, поскольку одновременная работа двух устройств беспроводной связи приведет к потере передаваемой информации и невозможности обнаружения факта пробуждения; 3) беспроводное устройство с  
35 батарейным питанием не может выполнять пробуждение других беспроводное устройство с батарейным питанием, что значительно ограничивает возможности беспроводной сети.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является выбранный в качестве прототипа способ снижения энергопотребления узлов сетевой  
40 инфраструктуры в беспроводной сети [см. патент №2492592 РФ, МПК H04W 4/00. 10.09.2013 Бюл. №25. Отслеживание мобильных терминалов и связь с ними с использованием инфраструктуры беспроводной сети с автономным питанием], в котором сенсорные узлы получают питание от батареи, причем способ содержит этапы, на которых, для каждого из сенсорных узлов а) переводят передатчик и приемник  
сенсорного узла в состояние отключенного питания, б) включают питание приемника  
45 сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала сканирования, с) включают питание передатчика сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала передачи маяка Tm, d) включают питание приемника сенсорного узла, включают питание передатчика сенсорного узла в течение ограниченного временного

интервала передачи или ретрансляции сообщения на/от центральный сервер, периодически с периодом  $T$  повторяют этапы а) и б).

Недостатком описанного прототипа является использование процедуры периодического включения передатчика сенсорного узла, что способствует излишнему расходу энергии источника питания (батареи), а в случае потери синхронности работы соседних сенсорных узлов возможна одновременная передача маяка несколькими сенсорными узлами, что потребует дополнительного времени активной работы сенсорных узлов с дополнительным расходом энергии источника питания для восстановления штатного режима работы.

Техническая задача изобретения заключается в снижении энергопотребления сенсорных узлов в беспроводной сенсорной сети.

Поставленная техническая задача решена изобретением. В заявляемом способе снижения энергопотребления сенсорных узлов в беспроводной сенсорной сети, сенсорные узлы получают питание от батареи, причем способ содержит этапы, на которых, для каждого из сенсорных узлов а) переводят передатчик и приемник сенсорного узла в состояние отключенного питания, б) включают питание приемника сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала сканирования, с) включают питание передатчика сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала передачи маяка  $T_m$ , d) включают питание приемника сенсорного узла, e) включают питание передатчика сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала передачи или ретрансляции сообщения на/от центральный сервер, периодически с периодом  $T$  повторяют этапы а) и б). В отличие от прототипа,  $T$  меньше  $T_m$ , на этапе б) обнаруживают радиосигнал маяка с заданным качеством, а беспроводную сенсорную сеть логически разбивают на  $k$  функционально обособленных беспроводных сенсорных локальных сетей, которые работают на собственном локальном частотном канале на этапах а)-с) и используют процедуру ретрансляции сообщений внутри беспроводной сенсорной локальной сети, причем одну или более беспроводных сенсорных локальных сетей закрепляют за одним из  $n$  беспроводных ретрансляторов, которые работают на частотном канале ретрансляции, используют режим подтверждения получения сообщения с возможностью повторной передачи, используют постоянно включенное питание приемника и передатчика, причем первый беспроводный ретранслятор соединяют с центральным сервером, с которого на него и через последующие беспроводные ретрансляторы передают сообщение до того беспроводного ретранслятора, за которым закреплена указанная в сообщении беспроводная сенсорная локальная сеть, после чего, у него на ограниченный временной интервал передачи маяка изменяют частотный канал ретрансляции на локальный частотный канал беспроводной сенсорной локальной сети указанной в сообщении, отправляют маяк, восстанавливают исходный частотный канал ретрансляции, те сенсорные узлы, которые обнаруживают маяк, переключают на составной этап пробуждения е), на котором выполняют переход на этап с), передают маяк, переключают на этап d), изменяют локальный частотный канал на частотный канал ретрансляции и через случайный интервал времени, кратный времени передачи метки, отправляют метку, затем другие сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети, которые обнаруживают маяк, переключают на составной этап пробуждения е), и в результате последовательно все сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети переключают на составной этап пробуждения е), сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети ретранслируют метки и когда на беспроводном ретрансляторе получают метку, в которой адрес сенсорного узла совпадает с адресом сообщения, то

беспроводный ретранслятор отправляет сообщение в заданную в сообщении беспроводную сенсорную локальную сеть, ответное сообщение, от которой через беспроводные ретрансляторы ретранслируют на центральный сервер, с которого затем выполняют диалог с заданной беспроводной сенсорной локальной сетью и/или отправляют сообщение завершения сеанса связи, после получения которого все сенсорные узлы переводят на повторяющиеся этапы а) и б) и восстанавливают локальный частотный канал, если сенсоры сенсорного узла беспроводной сенсорной локальной сети обнаруживают физическое воздействие, то сенсорный узел переключают на составной этап пробуждения е), затем и другие сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети, которые обнаруживают маяк, переключают на составной этап пробуждения е), с последовательным переключением на составной этап пробуждения е) других сенсорных узлов, и когда на беспроводном ретрансляторе получают метку, то с него в беспроводную сенсорную локальную сеть отправляют разрешение, после чего сообщение о физическом воздействии в режиме ретрансляции отправляют с сенсорного узла на указанный в сообщении о физическом воздействии сенсорный узел и/или на центральный сервер, с которого выполняют диалог с этим сенсорным узлом и/или отправляют сообщение завершения сеанса связи после чего, как и в случае, когда сенсорные узлы не получают сообщений в течение ограниченного временного интервала работы на этапе е), все сенсорные узлы переводят на повторяющиеся этапы а) и б) и восстанавливают локальный частотный канал.

Способ снижения энергопотребления сенсорных узлов в беспроводной сенсорной сети осуществляется следующим образом: работа сенсорных узлов в беспроводной сенсорной сети в общем случае выглядит как смена различных состояний, связанных с выполнением различных функций и с различным энергопотреблением от батарейного источника питания. Ниже приведены этапы работы сенсорного узла:

- этап а), на котором переводят передатчик и приемник сенсорного узла в состояние отключенного питания, с целью минимизации энергопотребления;

- этап б), на котором включают питание приемника сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала сканирования с целью обнаружения маяка, а при его обнаружении выполняют выход из состояния с минимальным энергопотреблением, причем содержимое маяка не принимают и не обрабатывают приемником, поскольку производят обнаружение только радиосигнала на заданном частотном канале с качеством выше заранее заданного, что позволяет сенсорному узлу работать в случае одновременной передачи маяка несколькими другими сенсорными узлами, кроме того временной интервал сканирования здесь достаточно мал, поскольку собственно прием сообщения не выполняют;

- этап с), на котором включают питание передатчика сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала передачи маяка  $T_m$  для воздействия на соседние сенсорные узлы и временного перевода их из состояния минимального энергопотребления в активное рабочее состояние - состояние пробуждения. Маяк - это сообщение, длящееся в течение  $T_m$ , с принципиальным содержимым, поскольку эффект достигается за счет его непрерывной по времени передачи;

- этап д), на котором включают питание приемника сенсорного узла, включают питание передатчика сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала передачи или ретрансляции сообщения на/от центральный сервер, это собственно и есть состояние пробуждения, в котором сенсорный узел осуществляет взаимодействие.

Следует отметить, что этапы а) и б) повторяют периодически с периодом  $T$ , который меньше ограниченного временного интервала передачи маяка  $T_m$ , что позволяет

сенсорным узлам уверенно обнаруживать маяк.

В большинстве случаев цель сенсорных сетей - это передача информации о физическом воздействии на центральный сервер и передача целеуказаний от центрального сервера на сенсорный узел, в отдельных случаях предусматривают взаимодействие некоторых сенсорных узлов друг с другом. Исходя из вышесказанного, в предложенном способе беспроводную сенсорную сеть логически разбивают на функционально обособленных беспроводных сенсорных локальных сетей, которые работают на собственном локальном частотном канале на этапах а)-с) и используют процедуру ретрансляции сообщений внутри беспроводной сенсорной локальной сети. Для обеспечения обмена информацией между беспроводными сенсорными локальными сетями и центральным сервером дополнительно вводят  $n$  беспроводных ретрансляторов, причем одну или более беспроводных сенсорных локальных сетей закрепляют за одним беспроводным ретранслятором. Все беспроводные ретрансляторы работают на частотном канале ретрансляции, используют режим подтверждения получения сообщения с возможностью повторной передачи, используют постоянно включенное питание приемника и передатчика, что позволяет обеспечить гарантированную доставку информации. Первый беспроводный ретранслятор соединяют с центральным сервером с использованием стандартных интерфейсов (например, виртуальный `com`-порт поверх интерфейса USB). При передаче сообщения с центрального сервера на заданный сенсорный узел заданной беспроводной сенсорной локальной сети в сообщение включают адрес сенсорного узла, номер локального частотного канала и номер беспроводной сенсорной локальной сети. Затем сообщение передают на первый беспроводный ретранслятор и используя процесс ретрансляции сообщение через беспроводные ретрансляторы передают его до того беспроводного ретранслятора, за которым закреплена указанная в сообщении беспроводная сенсорная локальная сеть. После чего, у этого беспроводного ретранслятора на ограниченный временной интервал передачи маяка изменяют частотный канал ретрансляции на локальный частотный канал беспроводной сенсорной локальной сети указанный в сообщении, отправляют маяк, восстанавливают исходный частотный канал ретрансляции. При этом те сенсорные узлы, которые обнаруживают маяк, переключают на составной этап пробуждения е), на котором выполняют переход на этап с), передают маяк, переключают на этап d), изменяют локальный частотный канал на частотный канал ретрансляции и через случайный интервал времени, кратный времени передачи метки, отправляют метку. Задержка передачи метки на случайный интервал времени необходима для разнесенного во времени процесса передачи несколькими сенсорными узлами, которые одновременно обнаружили маяк. В метку включают адрес сенсорного узла и номер беспроводной сенсорной локальной сети. Далее другие сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети, которые обнаруживают маяк от предыдущих сенсорных узлов, переключают на составной этап пробуждения е). Таким образом, все сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети последовательно переключают на составной этап пробуждения е). При этом, сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети ретранслируют метки и когда на беспроводном ретрансляторе получают метку, в которой адрес сенсорного узла совпадает с адресом сообщения, то беспроводный ретранслятор отправляет сообщение в заданную в сообщении беспроводную сенсорную локальную сеть. Ответное сообщение, от сенсорного узла через беспроводные ретрансляторы ретранслируют на центральный сервер, с которого затем выполняют диалог с заданной беспроводной сенсорной локальной сетью и/или отправляют сообщение завершения сеанса связи, после получения которого все сенсорные узлы переводят на повторяющиеся этапы а) и б) и

восстанавливают локальный частотный канал. Таким образом, сенсорные узлы принудительно переводят в состояние пониженного энергопотребления.

В случае если сенсоры сенсорного узла беспроводной сенсорной локальной сети обнаруживают физическое воздействие, то сенсорный узел переключают на составной этап пробуждения е). Затем и другие сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети, которые обнаруживают маяк от предыдущих сенсорных узлов, переключают на составной этап пробуждения е). В результате, все сенсорные узлы последовательно переключают на составной этап пробуждения е). Когда на беспроводном ретрансляторе получают любую метку, то с него в беспроводную сенсорную локальную сеть отправляют разрешение. После этого, с сенсорного узла отправляют сообщение о физическом воздействии на указанный в сообщении о физическом воздействии сенсорный узел и/или на центральный сервер. Когда сообщение о физическом воздействии принимает заданный сенсорный узел, то он выполняет указания, содержащиеся в сообщении о физическом воздействии. Когда сообщение о физическом воздействии принимает центральный сервер, то он выполняет диалог с этим сенсорным узлом и/или отправляет сообщение завершения сеанса связи после чего, все сенсорные узлы переводят на повторяющиеся этапы а) и б) и восстанавливают локальный частотный канал. Таким образом, сенсорные узлы принудительно возвращают в состояние пониженного энергопотребления. Следует отметить, что сенсорные узлы самостоятельно переходят в состояние пониженного энергопотребления, если они не получают никаких сообщений в течение ограниченного временного интервала работы на этапе е).

Поскольку, при передаче маяка беспроводные ретрансляторы кратковременно на время  $T_m$  изменяют частотный канал ретрансляции на локальный частотный канал беспроводной сенсорной локальной сети, то возможна потеря сообщений, передаваемых беспроводными ретрансляторами в режиме ретрансляции на частотном канале ретрансляции. Что бы исключить потери сообщений беспроводными ретрансляторами используется режим подтверждения получения сообщения с возможностью повторной передачи.

Кроме того, беспроводные ретрансляторы используют процедуру буферизации сообщений при одновременном обслуживании более одной беспроводной сенсорной локальной сети, что позволяет исключить потерю пакетов.

Осуществление способа снижения энергопотребления сенсорных узлов в беспроводной сенсорной сети возможно благодаря тому, что способ содержит этапы, на которых, для каждого из сенсорных узлов а) переводят передатчик и приемник сенсорного узла в состояние отключенного питания, б) включают питание приемника сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала сканирования, с) включают питание передатчика сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала передачи маяка  $T_m$ , d) включают питание приемника сенсорного узла, включают питание передатчика сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала передачи или ретрансляции сообщения на/от центральный сервер, причем этапы а) и б) периодически повторяют с периодом  $T$ , который меньше  $T_m$ , а на этапе б) обнаруживают радиосигнал маяка с заданным качеством, а беспроводную сенсорную сеть логически разбивают на  $k$  функционально обособленных беспроводных сенсорных локальных сетей, которые работают на собственном локальном частотном канале на этапах а)-с) и используют процедуру ретрансляции сообщений внутри беспроводной сенсорной локальной сети, причем одну или более беспроводных сенсорных локальных сетей закрепляют за одним из  $n$  беспроводных ретрансляторов, которые работают на частотном канале ретрансляции, используют режим подтверждения получения

сообщения с возможностью повторной передачи, используют постоянно включенное питание приемника и передатчика, причем первый беспроводный ретранслятор соединяют с центральным сервером, с которого на него и через последующие беспроводные ретрансляторы передают сообщение до того беспроводного ретранслятора, за которым закреплена указанная в сообщении беспроводная сенсорная локальная сеть, после чего, у него на ограниченный временной интервал передачи маяка изменяют частотный канал ретрансляции на локальный частотный канал беспроводной сенсорной локальной сети указанной в сообщении, отправляют маяк, восстанавливают исходный частотный канал ретрансляции, те сенсорные узлы, которые обнаруживают маяк, переключают на составной этап пробуждения е), на котором выполняют переход на этап с), передают маяк, переключают на этап д), изменяют локальный частотный канал на частотный канал ретрансляции и через случайный интервал времени, кратный времени передачи метки, отправляют метку, затем другие сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети, которые обнаруживают маяк, переключают на составной этап пробуждения е), и в результате последовательно все сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети переключают на составной этап пробуждения е), сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети ретранслируют метки и когда на беспроводном ретрансляторе получают метку, в которой адрес сенсорного узла совпадает с адресом сообщения, то беспроводный ретранслятор отправляет сообщение в заданную в сообщении беспроводную сенсорную локальную сеть, ответное сообщение, от которой через беспроводные ретрансляторы ретранслируют на центральный сервер, с которого затем выполняют диалог с заданной беспроводной сенсорной локальной сетью и/или отправляют сообщение завершения сеанса связи, после получения которого все сенсорные узлы переводят на повторяющиеся этапы а) и б) и восстанавливают локальный частотный канал, если сенсоры сенсорного узла беспроводной сенсорной локальной сети обнаруживают физическое воздействие, то сенсорный узел переключают на составной этап пробуждения е), затем и другие сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети, которые обнаруживают маяк, переключают на составной этап пробуждения е), с последовательным переключением на составной этап пробуждения е) других сенсорных узлов, и когда на беспроводном ретрансляторе получают метку, то с него в беспроводную сенсорную локальную сеть отправляют разрешение, после чего сообщение о физическом воздействии в режиме ретрансляции отправляют с сенсорного узла на указанный в сообщении о физическом воздействии сенсорный узел и/или на центральный сервер, с которого выполняют диалог с этим сенсорным узлом и/или отправляют сообщение завершения сеанса связи после чего, как и в случае, когда сенсорные узлы не получают сообщений в течение ограниченного временного интервала работы на этапе е), все сенсорные узлы переводят на повторяющиеся этапы а) и б) и восстанавливают локальный частотный канал.

40 Пример варианта реализации способа.

Заявляемый способ может быть осуществлен при реализации технологического процесса «умный дом» в многоквартирном доме. Для этого:

1. Каждому беспроводному ретранслятору и сенсорному узлу задают уникальный адрес и ряд технологических параметров (частотный канал, мощность передатчика, тип модуляции, максимальная длина передаваемого сообщения и т.п.), свойственных конкретной аппаратной реализации этих устройств;

2. Выполняют размещение беспроводных ретрансляторов на лестничных клетках каждого этажа здания;

2. В заданных или во всех квартирах размещают сенсорные узлы, которые в границах отдельной квартиры образуют беспроводную сенсорную локальную сеть;

3. На чердаке или в подвальном помещении размещают центральный сервер с возможностью выхода в глобальную сеть Интернет (при необходимости).

5 Преимущества данного способа:

1. Уменьшение транзитного трафика, за счет обособления функционально несвязанных между собой беспроводных сенсорных локальных сетей. Что уменьшает время активной работы сенсорных узлов и расход ресурса батареи;

10 2. Возможность организации связи с любым сенсорным узлом в произвольный момент времени как со стороны центрального сервера, так и со стороны любого другого сенсорного узла данной беспроводной сенсорной локальной сети;

3. Возможность параллельной независимой работы беспроводных сенсорных локальных сетей, в том числе и в автономном режиме, т.е. без участия центрального сервера;

15 4. В состоянии пониженного энергопотребления производится периодическое кратковременное включение приемника сенсорного узла, и это значительно менее энергоемкий процесс по сравнению с периодической отправкой маяка как в рассматриваемых аналогах;

20 5. Поскольку маяк обнаруживается как факт наличия радиосигнала на заданном частотном канале с качеством выше заданного, то временной интервал сканирования для обнаружения маяка достаточно мал, поскольку не требуется осуществлять прием содержимого маяка, следовательно, и время потребления энергии от батареи уменьшается.

25 Заявляемый способ снижения энергопотребления сенсорных узлов в беспроводной сенсорной сети представляет значительный интерес для народного хозяйства, так как позволит организовывать, например, такие сложные технологические процессы как «умный дом» в многоквартирных домах в интересах отдельных квартир, но подчиненные общему управлению.

30 Заявляемый способ снижения энергопотребления сенсорных узлов в беспроводной сенсорной сети не оказывает отрицательного воздействия на состояние окружающей среды, поскольку работает в нелицензируемом частотном диапазоне и использует маломощные радиопередатчики с максимальной мощностью минус 10 дБм и может быть реализован на современных микроконтроллерах, например СС430F5137. Данный микроконтроллер позволяет обнаруживать радиосигнал в заданном частотном канале  
35 с заданным качеством. Кроме того, в одном корпусе он содержит как приемопередатчик, так и микроконтроллер.

#### (57) Формула изобретения

40 Способ снижения энергопотребления сенсорных узлов в беспроводной сенсорной сети, причем сенсорные узлы получают питание от батареи, причем способ содержит этапы, на которых для каждого из сенсорных узлов

а) переводят передатчик и приемник сенсорного узла в состояние отключенного питания,

45 б) включают питание приемника сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала сканирования,

с) включают питание передатчика сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала передачи маяка  $T_m$ ,

д) включают питание приемника сенсорного узла, включают питание передатчика

сенсорного узла в течение ограниченного временного интервала передачи или ретрансляции сообщения на/от центральный сервер,

периодически с периодом  $T$  повторяют этапы а) и б), отличающийся тем, что  $T$  меньше  $T_m$ , а на этапе б) обнаруживают радиосигнал маяка с заданным качеством, а беспроводную сенсорную сеть логически разбивают на  $k$  функционально обособленных беспроводных сенсорных локальных сетей, которые работают на собственном локальном частотном канале на этапах а)-с) и используют процедуру ретрансляции сообщений внутри беспроводной сенсорной локальной сети, причем одну или более беспроводных сенсорных локальных сетей закрепляют за одним из  $n$  беспроводных ретрансляторов, которые работают на частотном канале ретрансляции, используют режим подтверждения получения сообщения с возможностью повторной передачи, используют постоянно включенное питание приемника и передатчика, причем первый беспроводной ретранслятор соединяют с центральным сервером, с которого на него и через последующие беспроводные ретрансляторы передают сообщение до того беспроводного ретранслятора, за которым закреплена указанная в сообщении беспроводная сенсорная локальная сеть, после чего у него на ограниченный временной интервал передачи маяка изменяют частотный канал ретрансляции на локальный частотный канал беспроводной сенсорной локальной сети, указанной в сообщении, отправляют маяк, восстанавливают исходный частотный канал ретрансляции, те сенсорные узлы, которые обнаруживают маяк, переключают на составной этап пробуждения е), на котором выполняют переход на этап с), передают маяк, переключают на этап d), изменяют локальный частотный канал на частотный канал ретрансляции и через случайный интервал времени, кратный времени передачи метки, отправляют метку, затем другие сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети, которые обнаруживают маяк, переключают на составной этап пробуждения е), и в результате последовательно все сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети переключают на составной этап пробуждения е), сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети ретранслируют метки, и когда на беспроводном ретрансляторе получают метку, в которой адрес сенсорного узла совпадает с адресом сообщения, то беспроводной ретранслятор отправляет сообщение в заданную в сообщении беспроводную сенсорную локальную сеть, ответное сообщение от которой через беспроводные ретрансляторы ретранслируют на центральный сервер, с которого затем выполняют диалог с заданной беспроводной сенсорной локальной сетью и/или отправляют сообщение завершения сеанса связи, после получения которого все сенсорные узлы переводят на повторяющиеся этапы а) и б) и восстанавливают локальный частотный канал, если сенсоры сенсорного узла беспроводной сенсорной локальной сети обнаруживают физическое воздействие, то сенсорный узел переключают на составной этап пробуждения е), затем и другие сенсорные узлы беспроводной сенсорной локальной сети, которые обнаруживают маяк, переключают на составной этап пробуждения е) с последовательным переключением на составной этап пробуждения е) других сенсорных узлов, и когда на беспроводном ретрансляторе получают метку, то с него в беспроводную сенсорную локальную сеть отправляют разрешение, после чего сообщение о физическом воздействии в режиме ретрансляции отправляют с сенсорного узла на указанный в сообщении о физическом воздействии сенсорный узел и/или на центральный сервер, с которого выполняют диалог с этим сенсорным узлом и/или отправляют сообщение завершения сеанса связи, после чего, как и в случае, когда сенсорные узлы не получают сообщений в течение ограниченного временного интервала работы на этапе е), все сенсорные узлы переводят на

повторяющиеся этапы а) и б) и восстанавливают локальный частотный канал.

5

10

15

20

25

30

35

40

45