

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **211 126** (13) **U1**

(51) МПК
[G01R 29/00 \(2006.01\)](#)
[G01R 31/08 \(2006.01\)](#)
 (52) СПК
[G01R 29/00 \(2022.02\)](#)
[G01R 31/08 \(2022.02\)](#)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: может прекратить свое действие (последнее изменение статуса: 27.05.2022)
 Пошлина: Подлежат уплате 1-2 годы действия патента в срок с 05.03.2022 по 05.05.2023 по п. 9
 Положения о пошлинах

(21)(22) Заявка: [2020124117](#), 21.07.2020
 (24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 21.07.2020
 Дата регистрации:
 23.05.2022
 Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: 21.07.2020
 (45) Опубликовано: [23.05.2022](#) Бюл. № 15
 (56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: RU 185311 U1, 29.11.2018. RU 166411
 U1, 27.11.2016. CN 201680859 U, 22.12.2010.
 CN 101603850 A, 16.12.2009. US 10948531
 B2, 16.03.2021. CN 106706086 A, 24.05.2017.
 US 20210215751 A1, 15.07.2021. KR
 1020080073100 A, 08.08.2008. CN 202548079
 U, 21.11.2012. EP 3719511 A1, 07.10.2020.
 Адрес для переписки:
 420106, г.Казань, ул.Нурихана Фаттаха, 15,
 кв.205, Иванову Д.А.

(72) Автор(ы):
**Иванов Дмитрий Алексеевич (RU),
 Горячев Михаил Петрович (RU),
 Садыков Марат Фердинантович (RU),
 Ярославский Данил Александрович (RU),
 Галиева Татьяна Геннадьевна (RU),
 Арсланов Амир Динарович (RU)**
 (73) Патентообладатель(и):
**Общество с ограниченной
 ответственностью «НАУЧНО-
 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ
 «ФАРАДА» (RU)**

(54) УСТРОЙСТВО ОПЕРАТИВНОГО ОНЛАЙН-МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области электротехники и может быть использована для фиксации акустического излучения (АИ) от коронных и частичных разрядов, дефектов и загрязнения изоляторов, неисправности арматуры и дефектов опор высоковольтных воздушных линий электропередачи (ВЛ), определения фазы высокого напряжения в проводе ВЛ, высокочастотных (ВЧ) электромагнитных импульсов (ЭМИ) от коммутационных, грозовых, коронных и частичных разрядов, обрывов и коротких замыканий (КЗ), для выявления обрыва или КЗ проводов (ВЛ) на землю, в том числе однофазных замыканий на землю (ОЗЗ), выявления пролетов ВЛ с обледенением и налипанием на них снега, определения типа гололёдно-изморозевых отложений, а также точки десублимации и получения информации об амплитудах раскачивания проводов, определения пролётов ВЛ с дефектами, с последующей их локализацией, и снижения трудозатрат при монтаже и демонтаже устройств. Техническим результатом является расширение функциональных возможностей за счёт реализации возможности регистрации АИ, определения фазы высокого напряжения, реализации передачи диагностической информации с датчиков на облачный сервер в режиме реального времени. Технический результат достигается тем, что устройство оперативного онлайн-мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ, устанавливаемое на фазном проводе ВЛ между двумя опорами и содержащее первый датчик ускорения, первый датчик температуры и датчик влажности, второй датчик ускорения, датчик тока, второй датчик температуры, модуль регистрации высокочастотных электромагнитных импульсов, модуль навигации (ГЛОНАСС/GPS), связанные со входами микропроцессора, в котором на основе сигналов от упомянутых датчиков формируется информация с указанием адреса пролёта ВЛ об обрыве или КЗ, в том числе однофазных замыканий на землю, проводов ВЛ на землю, об обледенении и налипании на них снега, об амплитудах раскачивания проводов, о пролётах ВЛ с дефектами, при этом выход микропроцессора соединён с приёмопередатчиком, предназначенным для связи с

диспетчерским пультом, а электроснабжение указанных датчиков, модуля регистрации высокочастотных электромагнитных импульсов, модуля навигации, микропроцессора и приёмопередатчика, установленных на электронной схеме устройств, осуществляется блоком питания, осуществляющим отбор энергии с магнитной составляющей электромагнитного поля фазного провода, причём с блоком питания также соединён и накопитель электроэнергии, согласно настоящей полезной модели дополнительно содержит модуль регистрации АИ, датчик фазы напряжения и возможность передачи диагностической информации на облачный сервер в режиме реального времени.



Фиг. 1

Полезная модель относится к области электротехники и может быть использована для фиксации акустического излучения (АИ) от коронных и частичных разрядов, дефектов и загрязнения изоляторов, неисправности арматуры и дефектов опор высоковольтных воздушных линий электропередачи (ВЛ), определения фазы высокого напряжения в проводе ВЛ, высокочастотных (ВЧ) электромагнитных импульсов (ЭМИ) от коммутационных, грозовых, коронных и частичных разрядов, обрывов и коротких замыканий (КЗ), для выявления обрыва или КЗ проводов (ВЛ) на землю, в том числе однофазных замыканий на землю (ОЗЗ), выявления пролетов ВЛ с обледенением и налипанием на них снега, определения типа гололедно-изморозевых отложений, а также точки десублимации и получения информации об амплитудах раскачивания проводов, определения пролетов ВЛ с дефектами, с последующей их локализацией, и снижения трудозатрат при монтаже и демонтаже устройств.

Прототипом является устройство оперативного мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ для фиксации ВЧ ЭМИ от коммутационных, грозовых, коронных и частичных разрядов, обрывов и КЗ, для выявления обрыва или КЗ проводов высоковольтных ВЛ, в том числе однофазных замыканий на землю, определения пролетов ВЛ с обледенением и налипанием на них снега, получения информации об амплитудах раскачивания проводов, определения пролетов ВЛ с дефектами, с последующей их локализацией, и снижения трудозатрат при монтаже и демонтаже устройств (патент RU № 185311, МПК G01R 29/00).

Известное устройство оперативного мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ, устанавливаемое на фазном проводе ВЛ между двумя опорами и содержащее первый датчик ускорения, первый датчик температуры и датчик влажности, второй датчик ускорения, датчик тока, модуль навигации (ГЛОНАСС/GPS), связанные со входами микропроцессора, в котором на основе сигналов от упомянутых датчиков формируется информация с указанием адреса пролета ВЛ об обрыве или КЗ, в том числе ОЗЗ, проводов ВЛ на землю, об обледенении и налипании на них снега, об амплитудах раскачивания проводов, о пролетах ВЛ с дефектами, при этом выход микропроцессора соединен с приемопередатчиком, предназначенным для связи с диспетчерским пультом, а электроснабжение датчиков, модуля навигации, микропроцессора и приемопередатчика, установленных на электронной схеме устройства осуществляется от блока питания, выполненного в виде магнитопровода, установленного на

высоковольтном проводе ВЛ, служащем первичной обмоткой трансформатора, который снабжен вторичной обмоткой трансформатора, подающей питание на электронную схему устройства, причем с блоком питания также соединен и накопитель электроэнергии, согласно настоящей полезной модели дополнительно содержит второй датчик температуры, модуль регистрации ВЧ ЭМИ, соединенные с микропроцессором и блоком питания. При этом блок питания выполнен с возможностью отбора мощности с электростатической составляющей электромагнитного поля.

Основными недостатками прототипа являются отсутствие фиксации АИ от коронных и частичных разрядов, дефектов и загрязнения изоляторов, неисправности арматуры и дефектов опор ВЛ, определения фазы высокого напряжения в проводе ВЛ.

Задачей полезной модели является разработка устройства оперативного онлайн-мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ, в котором устранены недостатки прототипа.

Техническим результатом является расширение функциональных возможностей за счёт реализации возможности регистрации АИ, определения фазы напряжения, реализации передачи диагностической информации с датчиков на облачный сервер в режиме реального времени.

Технический результат достигается тем, что устройство оперативного онлайн-мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ, устанавливаемое на фазном проводе ВЛ между двумя опорами и содержащее первый датчик ускорения, первый датчик температуры и датчик влажности, второй датчик ускорения, датчик тока, второй датчик температуры, модуль регистрации высокочастотных электромагнитных импульсов, модуль навигации ГЛОНАСС/GPS, связанные со входами микропроцессора, в котором на основе сигналов от упомянутых датчиков формируется информация с указанием адреса пролета ВЛ об обрыве или КЗ, в том числе однофазных замыканий на землю, проводов ВЛ на землю, об обледенении и налипании на них снега, об амплитудах раскачивания проводов, о пролетах ВЛ с дефектами, при этом выход микропроцессора соединен с приемопередатчиком, предназначенным для связи с диспетчерским пультом, а электроснабжение указанных датчиков, модуля регистрации высокочастотных электромагнитных импульсов, модуля навигации, микропроцессора и приемопередатчика, установленных на электронной схеме устройства, осуществляется блоком питания, осуществляющим отбор энергии от магнитной или электростатической составляющих электромагнитного поля фазного провода, причём с блоком питания также соединён и накопитель электроэнергии, согласно настоящей полезной модели дополнительно содержит модуль регистрации АИ, датчик фазы напряжения и возможность передачи диагностической информации на облачный сервер в режиме реального времени.

Модуль регистрации АИ представляет собой два микрофона с усилителями с возможностью регистрации акустических излучений, распространяющихся в воздухе и по проводу. Далее звуковые сигналы преобразуются в цифровой код и поступают на микропроцессор.

Сущность полезной модели поясняется чертежом, где на фиг.1 изображена его структурная блок-схема.

На чертеже цифрами обозначены
первый датчик ускорения (двухосевой акселерометр);
первый датчик температуры;
датчик влажности;
второй датчик ускорения (трехосевой акселерометр);
второй датчик температуры;
датчик тока;
модуль навигации ГЛОНАСС/GPS;
модуль регистрации ВЧ ЭМИ;
микропроцессор;
приемопередатчик;
электронная схема устройства;
блок питания;
накопитель электроэнергии (например, аккумуляторная батарея);
модуль регистрации АИ;
датчик фазы высокого напряжения;
облачный сервер.

Устройство оперативного онлайн-мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ, устанавливаемое на фазном проводе ВЛ между двумя опорами и содержащее первый датчик ускорения 1, первый датчик температуры 2 и первый датчик влажности 3, второй датчик ускорения 4, второй датчик температуры 5, датчик тока 6, модуль навигации ГЛОНАСС/GPS 7, модуль регистрации ВЧ ЭМИ 8, связанные со входами микропроцессора 9, в котором на основе сигналов от упомянутых датчиков формируется информация с указанием адреса пролета ВЛ об обрыве или КЗ, в том числе ОЗЗ, проводов ВЛ на землю, об обледенении и налипании на них снега, об амплитудах раскачивания проводов, о пролетах ВЛ с дефектами, при этом выход микропроцессора 9 соединен с приемопередатчиком 10, предназначенным для связи с диспетчерским пультом, а электроснабжение датчиков 1, 2, 3, 4, 5, 6,

модуля навигации 7, модуля регистрации ВЧ ЭМИ 8, микропроцессора 9 и приёмопередатчика 10, установленных на электронной схеме 11 устройства, осуществляется от блока питания 12, выполненного в виде магнитопровода, установленного на высоковольтном проводе ВЛ, служащем первичной обмоткой трансформатора, который снабжен вторичной обмоткой трансформатора, подающей питание на электронную схему 11 устройства, причём с блоком питания 12 также соединён и накопитель 13 электроэнергии.

Отличием предлагаемого устройства оперативного онлайн-мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ является то, что оно дополнительно содержит модуль регистрации АИ 14, датчик фазы напряжения 15 и возможность передачи диагностической информации на облачный сервер 16 в режиме реального времени.

Модуль регистрации АИ 14 содержит два микрофона с усилителями с возможностью регистрации акустических излучений, распространяющихся в воздухе и по проводу. Далее звуковые сигналы преобразуются в цифровой код и поступают на микропроцессор 9.

Все составные части устройства оперативного онлайн-мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ находятся в конструктивном единстве, т.е. соединение осуществлено спайкой.

Устройство оперативного онлайн-мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ работает следующим образом.

С помощью модуля навигации ГЛОНАСС/GPS 7 определяются сигналы точного времени, а также местоположение пролета ВЛ и его координаты в условных единицах или в формате системы ГЛОНАСС или GPS. Кроме того, модуль навигации ГЛОНАСС/GPS 7 обеспечивает снижение трудозатрат при осуществлении монтажа новых устройств и замене старых устройств.

Для оперативного определения места гололёдообразования, обрыва или КЗ высоковольтных ВЛ, в том числе ОЗЗ на одном из фазных проводов, через пролёт ВЛ между опорами, закрепляют устройства оперативного онлайн-мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ. Для замера температуры и определения начала налипания снега или гололёдообразования на проводах служат первый датчик температуры 2, второй датчик температуры 5 и датчик влажности 3. Информация о начале гололёдообразования на проводах также обрабатывается управляющим микропроцессором 9 и далее передается на диспетчерский пульт и облачный сервер 16 в режиме реального времени.

Для более точного определения провиса фазного провода и для надёжности в устройстве могут использоваться два типа датчиков ускорения: трехосевой акселерометр 4 определяет вектор g ускорения свободного падения в пространстве; двухосевой акселерометр 1 определяет проекцию вектора g на плоскость провода (плоскость образована осью акселерометра 1, направленной вдоль провода, и осью - перпендикулярной нормали к земле). Выходные сигналы от датчиков ускорения 1 и 4 (акселерометров) поступают на соответствующие входы управляющего микропроцессора 9, где информация обрабатывается и поступает в приёмопередатчик 10, и далее по радиоканалу последовательно от блока к блоку передаётся на диспетчерский пульт или облачный сервер. Применение трехосевого акселерометра 4 позволяет определить угол, на который повернулось устройство оперативного мониторинга, закреплённое на проводе, относительно горизонта, а значит скорректировать показания с двухосевого акселерометра 1, увеличив точность определения как провиса провода, так и его колебаний в стороны.

Выходные сигналы от датчиков ускорения (акселерометров) 1 и 4, пропорциональные амплитуде раскачивания фазного провода, поступают на соответствующие входы микропроцессора 9. В микропроцессоре 9 сигналы сравниваются с заложенными заранее в программу величинами в соответствии с заданным алгоритмом обработки. Например, если механическое воздействие на фазный провод вызывает по оси X колебание проводов до какой-то величины N см, то микропроцессор 7 выдает на диспетчерский пульт команду о нормальных амплитудах. Если эти амплитуды больше заданного значения $N+n$ см, то выдается команда о завышенных амплитудах с указанием местоположения пролета ВЛ в ГЛОНАСС/GPS координатах. Если происходит обрыв фазного провода или его провисание по оси Y, то по такому же принципу микропроцессор 9 передает на диспетчерский пульт информацию о произошедшем событии в режиме реального времени. Например, если температура окружающей среды находится в пределах 0°C , и датчик влажности 3 фиксирует наличие осадков (дождь, снег, туман), и при этом имеет место провисание провода, то это говорит о возможном налипании снега на проводах или их обледенении, что и передается на диспетчерский пульт или облачный сервер в режиме реального времени.

При обрыве провода фиксируется резкое изменение угла наклона провода и также передается информация на диспетчерский пульт, независимо от температуры окружающей среды и наличия осадков.

Установленный датчик тока 6 позволяет определять обрыв провода и КЗ, в том числе ОЗЗ, при том, что данные аварийные ситуации могут произойти на других фазных проводах диагностируемой ВЛ, не оборудованных данным устройством, за

счёт регистрации изменения силы тока в рабочем фазном проводе, а также отслеживания фронта силы тока путем осциллографирования входных сигналов с привязкой к сигналам точного времени от модуля навигации ГЛОНАСС/GPS 7.

Устройство имеет возможность мониторинга не менее двух пролётов ВЛ за счёт приёмопередатчика 10, обладающего рабочей дальностью действия не менее 600 метров на открытой местности.

При выходе из строя одного из устройств мониторинга технического состояния ВЛ передача информации на диспетчерский пульт будет продолжена от других устройств через оставшиеся работающие приёмопередатчики 10 согласно протоколу IEEE 802.15.4.

Модуль регистрации ВЧ ЭМИ 8 представляет собой магнитную антенну с сердечником из феррита или аморфного магнитомягкого сплава, с возможностью регистрации фронта и частоты ВЧ ЭМИ, а также времени их прохождения. Это позволяет фиксировать ВЧ ЭМИ от коммутационных, грозовых, коронных и частичных разрядов, обрыва или КЗ, в том числе ОЗЗ, проводов ВЛ и отслеживать их распространение по ВЛ, а также осуществлять локализацию пролетов ВЛ с дефектами.

Датчик фазы 15 выполнен в виде металлической пластины в форме дуги, представляющей собой антенну с возможностью регистрации наведенного напряжения от фазного провода и его фазы с привязкой к сигналам точного времени от модуля навигации ГЛОНАСС/GPS 7, на котором установлено описываемое устройство, путем его оцифровки и обработки в микропроцессоре 9. Датчик фазы в виде металлической пластины в форме дуги устанавливается перпендикулярно оси фазного провода.

Модуль регистрации АИ 14 содержит два микрофона с усилителями, которые регистрируют акустические излучения, распространяющиеся в воздухе и по проводу. Это позволяет фиксировать возникновение коронных и частичных разрядов на дефектах и загрязнении изоляторов, неисправности арматуры и дефектов опор высоковольтных воздушных линий электропередачи. Далее звуковые сигналы преобразуются в цифровой код и поступают на микропроцессор 9. Совместное использование диагностических данных модуля регистрации АИ 14 и датчика фазы 15 позволяет определять число и интенсивность импульсов частичных и коронных разрядов в каждом фазовом интервале напряжения с их накоплением в памяти микропроцессора 9.

Передача диагностической информации на облачный сервер в режиме реального времени осуществляется с помощью приёмопередатчика 10 параллельно с передачей информации на диспетчерский пульт.

Устройство оперативного онлайн-мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ может отличаться тем, что блок питания выполнен с возможностью отбора мощности с электростатической составляющей электромагнитного поля для работы на линиях 110 кВ и выше. Благодаря этому, питание устройства оперативного онлайн-мониторинга технического состояния высоковольтных ВЛ может осуществляться от провода с большой величиной силы тока и не зависит от изменения величины силы тока в проводе, так как на величину отбираемой мощности преимущественно влияет только напряжение ВЛ.

Питание электронной схемы 11 устройства осуществляется от блока питания 12, и по ней подводится к микропроцессору 9, приёмопередатчику 10, модулю навигации 7, датчикам (первый датчик ускорения 1, первый датчик температуры 2, второй датчик температуры 5, датчик влажности 3, второй датчик ускорения 4, датчик тока 6 и датчику фазы 15), модулю регистрации ВЧ ЭМИ 8 и модулю регистрации АИ 14. Благодаря блоку питания 12 осуществляется отбор энергии с электромагнитного поля вокруг фазного провода. Далее данная электроэнергия идёт на электроснабжение электронной схемы 11 устройства и подзарядку накопителя электроэнергии 13. Запасённая в накопителе 13 энергия в дальнейшем может быть использована для электроснабжения электронной схемы 11 устройства при отсутствии тока, протекающего по фазному проводу, или напряжения, обеспечивая передачу диагностической информации в течение некоторого времени, используя накопленный заряд энергии.

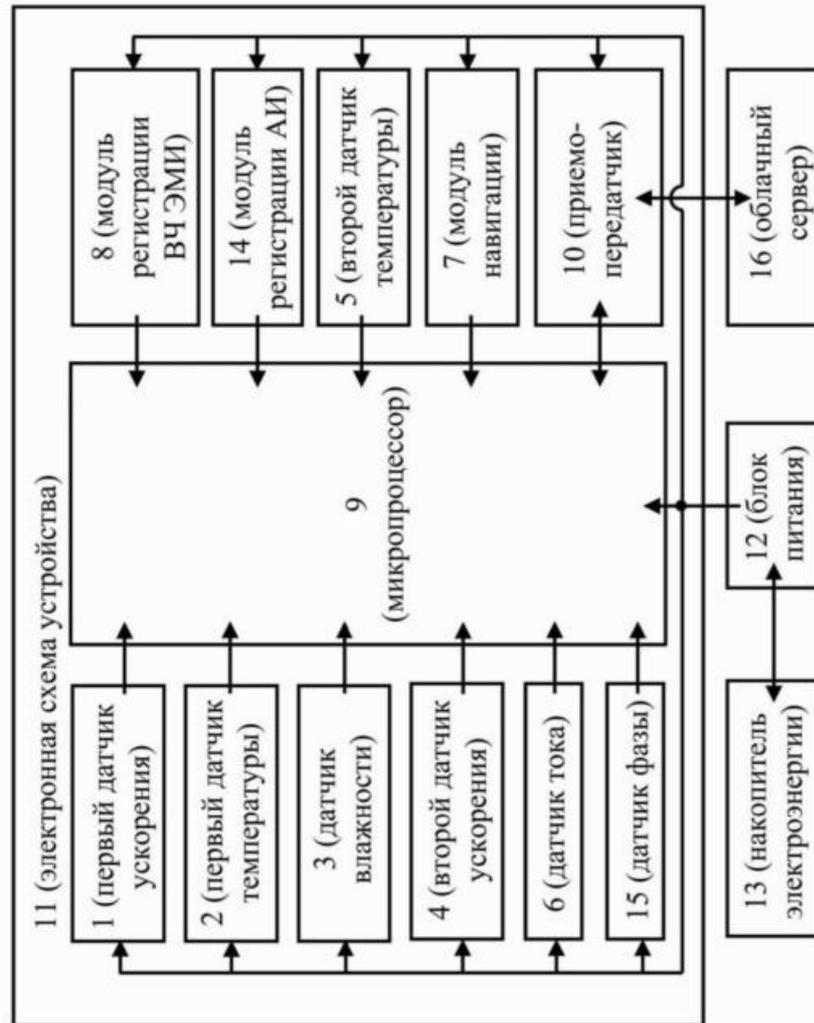
Таким образом, предлагаемая полезная модель обладает возможностью регистрировать акустическое излучение от коронных и частичных разрядов, дефектов и загрязнения изоляторов, неисправности арматуры и дефектов опор ВЛ, определять фазу высокого напряжения в проводе, позволяет контролировать и передавать информацию на диспетчерский пульт или облачный сервер в режиме реального времени по следующим параметрам и возможным событиям:

- оперативное определение места обрыва или КЗ, в том числе ОЗЗ, высоковольтных ВЛ в каждом пролете и на каждой фазе проводов А, В и С;
- определение величины раскачивания проводов при воздействии на них ветра;
- определение пролетов ВЛ с налипанием на них снега и контроль гололёдообразования с возможностью определения типа гололедно-изморозевых отложений;
- определение места механического воздействия на провода;
- контроль температуры окружающей среды;

контроль температуры проводов ВЛ, вызванной изменением токовых нагрузок в системе, а также разогрева проводов, вызванного токами при борьбе с обледенением и налипанием на них снега;
определение точки десублимации;
определение места короткого замыкания проводов;
определение других величин механических воздействий на провода ВЛ, вызванных природными явлениями;
фиксация ВЧ ЭМИ от коммутационных, грозовых, коронных и частичных разрядов, обрыва или КЗ, в том числе ОЗЗ проводов ВЛ;
локализация пролетов ВЛ с дефектами;
регистрацию коронных и частичных разрядов с привязкой к фазовому интервалу высокого напряжения.

Формула полезной модели

Устройство оперативного онлайн-мониторинга технического состояния высоковольтных воздушных линий электропередачи (ВЛ), устанавливаемое на фазном проводе ВЛ между двумя опорами и содержащее первый датчик ускорения, первый датчик температуры и датчик влажности, второй датчик ускорения, датчик тока, второй датчик температуры, модуль регистрации высокочастотных электромагнитных импульсов, модуль навигации ГЛОНАСС/GPS, связанные со входами микропроцессора, в котором на основе сигналов от упомянутых датчиков формируется информация с указанием адреса пролёта ВЛ об обрыве или КЗ, в том числе однофазных замыканий на землю, проводов ВЛ на землю, об обледенении и налипании на них снега, об амплитудах раскачивания проводов, о пролётах ВЛ с дефектами, при этом выход микропроцессора соединён с приёмопередатчиком, предназначенным для связи с диспетчерским пультом, а электроснабжение указанных датчиков, модуля регистрации высокочастотных электромагнитных импульсов, модуля навигации, микропроцессора и приёмопередатчика, установленных на электронной схеме устройства, осуществляется блоком питания, осуществляющим отбор энергии от магнитной или электростатической составляющих электромагнитного поля фазного провода, причём с блоком питания также соединён и накопитель электроэнергии, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит датчик фазы напряжения, модуль регистрации акустического излучения, соединённые с микропроцессором и блоком питания.



Фиг. 1