



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01V 1/48 (2019.02)

(21) (22) Заявка: 2018130812, 27.08.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.08.2018

Дата регистрации:
16.04.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 27.08.2018

(45) Опубликовано: 16.04.2019 Бюл. № 11

Адрес для переписки:
125368, Москва, а/я 84, А.А. Щитову

(72) Автор(ы):

Кременецкий Алексей Евгеньевич (RU),
Мехнин Алексей Григорьевич (RU),
Сиротинский Юрий Владимирович (RU),
Сунцов Андрей Евгеньевич (RU),
Арутюнов Сергей Львович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС АНЧАР" (RU)

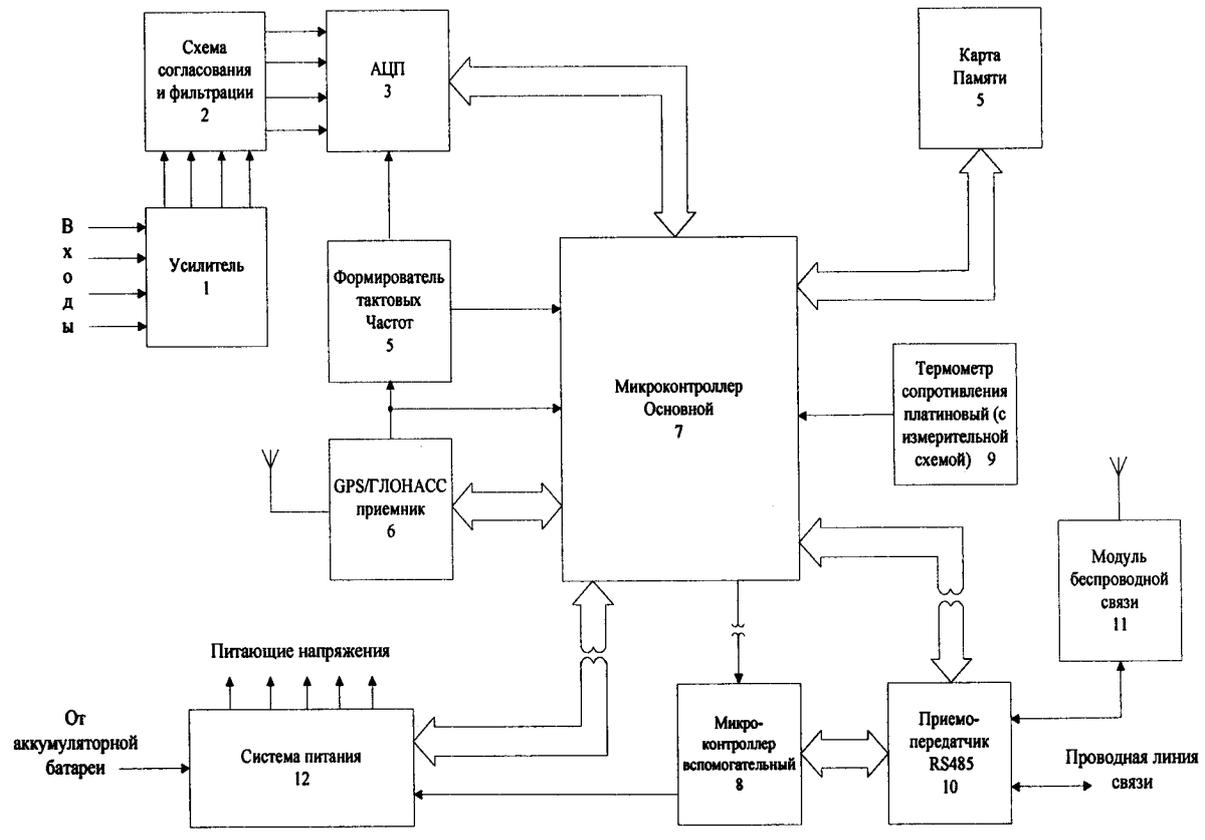
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2205428 C1, 27.05.2003. SU
819772 A2, 07.04.1981. RU 2616346 C1,
14.04.2017. US 4072923 A1, 07.02.1978. US
4136326 A1, 23.01.1979. EP 3018498 A1,
11.05.2016.

(54) Регистратор малошумящий низкочастотного аналогового сигнала

(57) Реферат:

Изобретение относится к области геофизики и может быть использовано в решении задач приема волн различной физической природы в геологической среде, вызванных естественными и искусственными источниками в том числе, сейсмологическими и сейсмическими (микросейсмическими) процессами: солнечно-лунными приливами, тайфунами и пр., углеводородными залежами, а также техногенными процессами, в частности гидроразрывами пласта (ГРП), машинами, механизмами и инженерными сооружениями в диапазоне частот от десятых долей до первых сотен Герц. Малошумящий регистратор низкочастотного аналогового сигнала содержит микроконтроллер основной, микроконтроллер вспомогательный, усилитель регистрируемого сигнала, входы которого подключаются к

источникам регистрируемого сигнала, схему согласования и фильтрации, аналогово-цифровой преобразователь, формирователь тактовых частот, GPS/ГЛОНАСС приемник, карту памяти, термометр сопротивления платиновый с измерительной схемой, приемопередатчик RS485, модуль беспроводной связи и схему питания. Схема питания выполнена с возможностью подключения к аккумуляторной батарее, а приемопередатчик выполнен с возможностью подключения к проводной линии связи. Технический результат заключается в расширении ассортимента средств геофизической разведки, увеличении достоверности записанного полевого материала, расширении диапазона применимости аппаратуры, ее мобильности и надежности при полевом использовании. 1 ил.



Структурная схема устройства

Рис. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(19) **RU** (11)

2 685 067⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.
G01V 1/48 (2006.01)

(52) CPC
G01V 1/48 (2019.02)

(21) (22) Application: **2018130812, 27.08.2018**

(24) Effective date for property rights:
27.08.2018

Registration date:
16.04.2019

Priority:
(22) Date of filing: **27.08.2018**

(45) Date of publication: **16.04.2019** Bull. № 11

Mail address:
125368, Moskva, a/ya 84, A.A. Shchitovu

(72) Inventor(s):
**Kremenetskij Aleksej Evgenevich (RU),
Mekhnin Aleksej Grigorevich (RU),
Sirotinskij Yuriy Vladimirovich (RU),
Suntsov Andrej Evgenievich (RU),
Arutyunov Sergej Lvovich (RU)**

(73) Proprietor(s):
**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"NAUCHNO-TEKHNOLOGICHESKIJ
KOMPLEKS ANCHAR" (RU)**

(54) **LOW-NOISE LOW-FREQUENCY ANALOGUE SIGNAL RECORDER**

(57) Abstract:

FIELD: geophysics.

SUBSTANCE: invention relates to geophysics and can be used in solving problems of receiving waves of different physical nature in a geological environment, caused by natural and artificial sources, including seismological and seismic (microseismic) processes: solar-lunar high tides, typhoons, etc., hydrocarbon deposits, as well as technogenic processes, in particular, hydraulic fracturing of formation, machines, mechanisms and engineering structures in frequency range from tenths to hundreds of Hertz. Low-noise recorder of low-frequency analogue signal contains microcontroller main, microcontroller auxiliary, amplifier of registered signal, inputs of which are

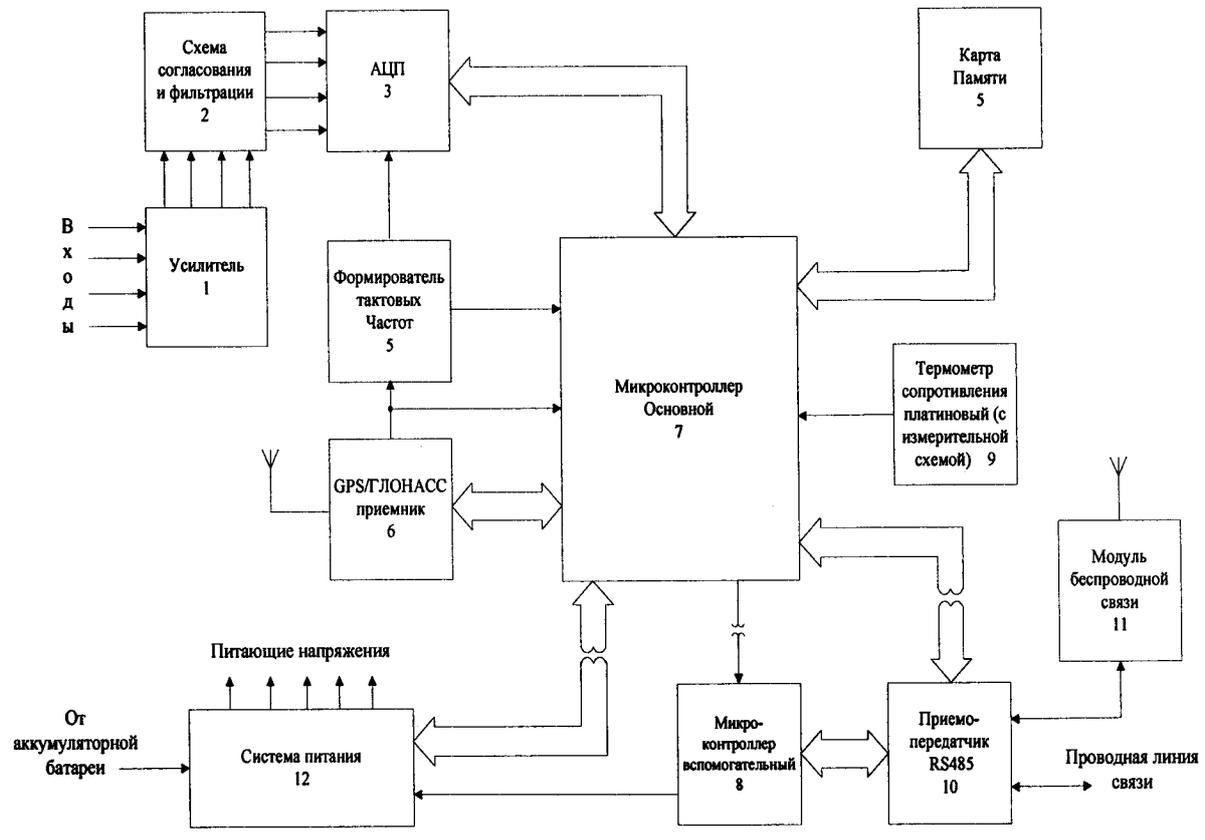
connected to sources of recorded signal, matching and filtering circuit, analogue-to-digital converter, clock frequency generator, GPS/GLONASS receiver, memory card, platinum resistance thermometer with measurement circuit, RS485 transceiver, wireless communication module and power circuit. Power circuit is configured to be connected to the storage battery, and the transceiver is configured to be connected to the wire communication line.

EFFECT: technical result is wider range of geophysical survey equipment, high reliability of recorded field material, wider range of applicability of equipment, its mobility and reliability during field use.

1 cl, 1 dwg

RU 2 685 067 C 1

RU 2 685 067 C 1



Структурная схема устройства

Рис. 1

Изобретение относится к области геофизики и может быть использовано в решении задач приема волн различной физической природы в геологической среде, вызванные естественными и искусственными источниками в том числе, сейсмологическими и сейсмическими (микросейсмическими) процессами: солнечно-лунными приливами, тайфунами и пр., углеводородными залежами, а также техногенными процессами, такими как: гидроразрыв пласта (ГРП), машинами, механизмами и инженерными сооружениями в диапазоне частот от десятых долей до первых сотен Герц. Изобретение оптимизировано к решению геологоразведочных задач, задач мониторинга природных и искусственных залежей УВ и ГРП в микросейсмических исследованиях, в частности, в технологии АНЧАР.

Изобретение наиболее эффективно при использовании в своем составе низкошумящих первичных преобразователей наблюдаемых физических величин с малыми уровнями выходного сигнала и применяется в программно-аппаратурном комплексе АНЧАР-Гео различных модификаций.

Известны регистраторы сейсмические цифровые ZET 048-С производства ZETLAB [<https://zetlab.com/product-category/izmeritelnoe-oborudovanie/seysmostantsii/>]; регистраторы сейсмических сигналов Байкал-8 [http://r-sensors.ru/1_products/Descriptions/BY-8-RU.pdf], производства ООО «Р-сенсорс»; ДЕЛЬТА-03М [<http://logsys.ru/index.php?page=15>], производства ООО «Логические системы» и т.д.

Недостатком известных устройств следует признать необходимость использования первичных преобразователей различных типов с достаточно большим уровнем выходного сигнала, которые в случае электродинамических сейсмоприемников со значительной инерционной массой имеют низкую стойкость к ударным и вибрационным нагрузкам, что обуславливает низкую надежность совокупной измерительной системы, а в случае электрохимических (молекулярно-электронных) преобразователей механических величин существенно зависимы от температуры внешней среды, что приводит к неконтролируемому ухудшению соотношения сигнал/шум в процессе измерений в полевых условиях, и требует применения термостатирования, что увеличивает массогабариты и потребляемую мощность. Недостатками известных устройств следует признать также невозможность использования первичных преобразователей с малыми уровнями выходного сигнала, вследствие малых коэффициентов усиления. К недостаткам известных устройств следует отнести и невозможность сохранения приемлемого отношения сигнал/шум в случае дополнения вышеупомянутых устройств каскадом усиления со значительным коэффициентом усиления для использования первичных преобразователей с малым уровнем выходного сигнала. Также, к недостаткам известных устройств следует отнести недостаточно высокое соотношение сигнал/шум при измерениях микросейсмических сигналов на частотах долей и первых герц, в частности для задач поиска углеводородов и слабых сигналов трещиноватой среды при ГРП.

Техническая проблема, решаемая посредством разработанного устройства, состоит в расширении ассортимента средств геофизической разведки, увеличение достоверности записанного полевого материала, расширения диапазона применимости аппаратуры, ее мобильности и надежности при полевом использовании.

Технический результат состоит в создании переносного автономного устройства, устойчивого к значительным ударным и вибрационным нагрузкам при транспортировке, способного регистрировать крайне малые уровни сигнала (от 1 нм/с) от применяемых первичных преобразователей в том числе с малым уровнем выходного сигнала, близкого к аппаратуре сейсмологического класса, для измерений на суше и дне водоемов (включая

моря и океаны) в полевых условиях в широком диапазоне частот и температур, кроме того, техническим результатом также является возможность управления устройством и получение регистрируемой информации как посредством традиционных ПЭВМ по проводной линии связи, так и с применением современных малогабаритных мобильных устройств по беспроводному каналу, а также возможность наблюдения и записи регистрируемой информации в синхронизированных по времени, распределенных в пространстве физических точках наблюдения низкочастотных полей различной природы, в том числе сейсмических, что позволяет создавать антенны наблюдения различной апертуры.

Для достижения указанных технических результатов предложено использовать разработанный малощумящий регистратор низкочастотного аналогового сигнала. Он содержит, по меньшей мере, микроконтроллер основной, микроконтроллер вспомогательный, усилитель регистрируемого сигнала, схему согласования и фильтрации, аналогово-цифровой преобразователь, формирователь тактовых частот, GPS/ГЛОНАСС приемник, карту памяти, термометр сопротивления платиновый с измерительной схемой, приемопередатчик RS485, модуль беспроводной связи и схему питания, причем схема питания выполнена с возможностью подключения к аккумуляторной батарее, а приемопередатчик выполнен с возможностью подключения к проводной линии связи, входы усилителя выполнены с возможностью подключения к источникам регистрируемого сигнала, выходы усилителя подключены к входам схемы согласования и фильтрации, выходы которого подключены к аналогово-цифровому преобразователю, входы/выходы которого подключены к выходам/входам микропроцессора основного, к входу которого подключен формирователь тактовых частот, выход/вход GPS/ГЛОНАСС приемника подключены к входу/выходу микропроцессора основного, также к входам/выходам микропроцессора основного подключены выходы/входы системы питания, приемопередатчика и карты памяти, выход микропроцессора основного подключен к входу микропроцессора вспомогательного, выход термометра сопротивления подключен к входу микропроцессора основного, вход/выход приемопередатчика подсоединены к выходу/входу модуля беспроводной связи, все энергопотребляющие блоки и узлы подключены к системе питания.

Разработанное устройство представляет собой автономный 4-канальный малощумящий регистратор низкочастотного аналогового сигнала.

Регистратор, структурная схема которого изображена на рисунке, содержит следующие функциональные узлы: усилитель 1, схему 2 согласования и фильтрации, АЦП семейства Σ - Δ преобразователей фирмы Analog Devices 3, формирователь тактовых частот, карту 5 памяти microSD промышленного исполнения, GPS/ГЛОНАСС фирмы U-blox (либо GPS приемник 6 фирмы Trimble), микроконтроллер 7 основной, микроконтроллер 8 вспомогательный (оба фирмы Microchip), термометр сопротивления 9 платиновый (с измерительной схемой), приемопередатчик RS485 10, модуль беспроводной связи фирмы Silicon Labs 11, систему питания 12.

Как показал опыт моделирования разработанного устройства, замена в конструкции регистратора указанных узлов на аналогичные с подобными техническими характеристиками не влияет на характеристики и работоспособность регистратора в целом.

Разработанное устройство работает следующим образом. Регистрируемый сигнал подают на входы усилителя 1, усиленный сигнал далее поступает на схему 2 согласования и фильтрации, где его уровень приводится в соответствие с входным диапазоном АЦП

3, а также формируется требуемая частотная полоса сигнала с учетом антиалайзинга.

Из соображения минимизации собственных шумов данный узел имеет жестко фиксированные настройки и при необходимости изменения каких-либо параметров полностью заменяется. Сигнал оцифровывается АЦП 3, который представляет собой 4-канальный 24-битный малозумящий Σ - Δ аналого-цифровой преобразователь. Результат оцифровки передается на микроконтроллер основной. Формирователь тактовых частот, в состав которого входит высокостабильный генератор, предназначен для тактирования микроконтроллера основного и АЦП. Карта памяти 5 предназначена для хранения регистрируемой информации и дополнительных данных (данных мониторинга и пр.). В регистраторе установлен высокоточный GPS/ГЛОНАСС приемник 6. Микроконтроллер 7 основной осуществляет управление узлами и системами регистратора в рабочем режиме. Микроконтроллер 8 вспомогательный обеспечивает работу регистратора в режиме пониженного энергопотребления. Посредством термометра сопротивления 9 платинового совместно со схемой, в состав которой входит источник опорного напряжения, и встроенного в микроконтроллер 7 основной АЦП производится измерение температуры с повышенной точностью. Приемопередатчик 10 RS485 формирует проводную линию связи для подключения регистратора к внешнему устройству управления индивидуально либо в составе сети. В целях минимизации помех и наводок на измерительные цепи приемопередатчик с основными узлами гальванически развязан. Модуль 11 беспроводной связи обеспечивает взаимодействие с внешним устройством управления (ПК, планшетный ПК, смартфон) по стандарту Bluetooth.

Питание основных узлов регистратора осуществляется, преимущественно, посредством гальваноразвязанных малозумящих импульсных преобразователей от аккумуляторной батареи. В непрерывном режиме производится мониторинг напряжения АБ и в случае разряда батареи ниже допустимого предела производится перевод регистратора в режим пониженного энергопотребления.

Предусмотрено 2 режима работы регистратора: рабочий и режим пониженного энергопотребления.

После подачи питания от аккумуляторной батареи регистратор находится в режиме пониженного энергопотребления. Перевод в рабочий режим производится командой от внешнего устройства управления, индивидуально либо в составе сети. При этом происходит подача питания на все узлы регистратора. Процедура запуска регистрации предваряется процедурами синхронизации, настройки и мониторинга. Процедура синхронизации обеспечивает как высокую стабильность работы отдельного регистратора, так и точность запуска и синхронность работы в процессе регистрации группы изделий. При наличии в зоне проведения работ достаточного количества спутников, GPS/ГЛОНАСС приемник выдает высокоточный секундный импульс, PPS (pulse per second). Этот сигнал в качестве опорного подается на формирователь тактовых частот, а также, совместно с информацией по линии передачи данных GPS приемника, используется микроконтроллером основным для установки точного времени.

Процедуры настройки, мониторинга и запуска регистрации производятся посредством внешнего устройства управления.

Процедура настройки включает в себя:

- настройку протокола
- настройку параметров АЦП
- настройку линии связи
- настройку параметров регистрации
- специальные настройки

Процедура мониторинга подразумевает:

- проверку прохождения сигнала
- проверку параметров синхронизации
- проверку напряжений питания и температуры

5 Процедура запуска регистрации заключается в установке времени начала и конца сеанса регистрации. Предусмотрена возможность задания нескольких сеансов регистрации. В процессе регистрации возможна, параллельно с сохранением на карту памяти, выдача регистрируемой информации в проводную линию либо в канал беспроводной связи. По окончании сеанса/сеансов регистрации информация из карты
10 памяти может быть скопирована на внешнее устройство управления по проводной линии либо по каналу беспроводной связи.

Возможность регистрации крайне малых уровней сигнала (от 1 нм/с) подтверждена измерениями и обработкой кросс-корреляционными методами на сейсмостанциях "Михнево" и "Боровое" в сейсмологическом диапазоне в полосе от 0.3 Гц, а также
15 замерами совместно с аппаратурой, укомплектованной сейсмометрами GS-1 фирмы Geospace, в зонах выхода коренных пород (Балтийского щита, в частности) с крайне низким микросейсмическим фоном.

Высокая ударо-виброустойчивость подтверждается 100% безотказной полевой эксплуатацией аппаратуры в количестве 10 единиц в течении 5 лет при транспортировке
20 в условиях, как правило, бездорожья, без применения каких-либо специальных виброгасителей и пр.

Безотказная работа в широком диапазоне температур подтверждается так же полевой эксплуатацией при положительных температурах до +60°C (пески Муюнкум, Южный Казахстан), отрицательных до -40°C (степная зона Казахстана), а также успешными
25 испытаниями в камере холода до -50°C.

(57) Формула изобретения

Малозумящий регистратор низкочастотного аналогового сигнала, отличающийся тем, что он содержит, по меньшей мере, микроконтроллер основной, микроконтроллер
30 вспомогательный, усилитель регистрируемого сигнала, схему согласования и фильтрации, аналогово-цифровой преобразователь, формирователь тактовых частот, GPS/ГЛОНАСС приемник, карту памяти, термометр сопротивления платиновый с измерительной схемой, приемопередатчик RS485, модуль беспроводной связи и схему питания, причем схема питания выполнена с возможностью подключения к
35 аккумуляторной батарее, а приемопередатчик выполнен с возможностью подключения к проводной линии связи, входы усилителя выполнены с возможностью подключения к источникам регистрируемого сигнала, выходы усилителя подключены к входам схемы согласования и фильтрации, выходы которого подключены к аналогово-цифровому преобразователю, входы/выходы которого подключены к выходам/ входам
40 микропроцессора основного, к входу которого подключен формирователь тактовых частот, выход/вход GPS/ГЛОНАСС приемника подключены к входу/выходу микропроцессора основного, также к входам/выходам микропроцессора основного подключены выходы/входы системы питания, приемопередатчика и карты памяти, выход микропроцессора основного подключен к входу микропроцессора
45 вспомогательного, выход термометра сопротивления подключен к входу микропроцессора основного, вход/выход приемопередатчика подсоедини к выходу/ входу модуля беспроводной связи, все энергопотребляющие блоки и узлы подключены к системе питания.

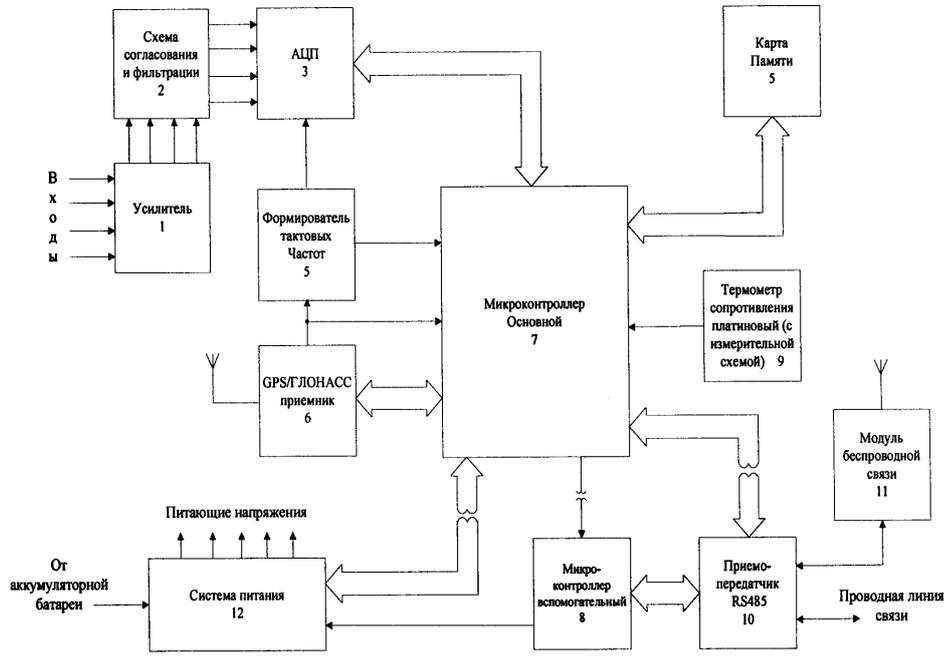


Рис. 1. Структурная схема устройства