

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047904**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.09.26

(51) Int. Cl. **G01V 1/24 (2006.01)**
G01V 13/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202291126

(22) Дата подачи заявки
2020.10.15

(54) **ДРЕЙФ ЧАСОВ**

(31) **1914919.4**

(32) **2019.10.15**

(33) **GB**

(43) **2022.07.08**

(86) **PCT/GB2020/052597**

(87) **WO 2021/074628 2021.04.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**БП ЭКСПЛОРЕЙШН ОПЕРЕЙТИНГ
КОМПАНИ ЛИМИТЕД (GB)**

(72) Изобретатель:
Кросби Алистер Джордж (GB)

(74) Представитель:
**Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В.,
Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов
А.В., Кузнецова Е.В., Соколов Р.А.,
Кузнецова Т.В. (RU)**

(56) **US-A1-2011032798**
US-A1-2015025831
US-A1-2019094402
CA-A1-2919647

(57) В изобретении описан способ определения дрейфа в информации часов, которая обеспечивается часами сейсмического датчика. Датчик подвержен действию температуры окружающей среды, которая изменяется во времени. Способ включает получение информации о температуре, связанной с температурой окружающей среды, в функции времени. Способ также включает получение информации часов. Способ включает также получение меток времени, обеспечиваемых глобальной спутниковой системой навигации. Способ включает также определение информации дрейфа, которая минимизирует разницу дрейфа времени в информации часов в соответствии с метками времени и информацией о температуре. Способ включает также выдачу корректировочных данных на основе определенной информации дрейфа.

B1

047904

047904

B1

Область техники

Изобретение относится, без ограничения, к способам определения дрейфа (ухода) в информации часов и к способам обработки информации часов. Изобретение также относится к соответствующим устройствам, компьютерным программам или к компьютерным программным продуктам.

Уровень техники

Настоящая часть предназначена для введения в различные аспекты техники, которые могут относиться к различным аспектам настоящего изобретения, описанным и/или заявленным ниже. Предполагается, что настоящее описание будет полезным в получении исходной информации для облегчения понимания различных аспектов настоящего изобретения. Соответственно, необходимо понимать, что нижеизложенное должно истолковываться в этом смысле, а не как признание предшествующего уровня.

Сейсмическая съемка включает получение изображения или карты подземной зоны путем передачи в почву акустических сигналов и записи вернувшихся акустических сигналов, которые отразились от геологических формирований внутри подземной зоны.

При выполнении сейсмической съемки источник акустических волн размещают в различных местах на поверхности, находящейся над подземной зоной, которая может содержать месторождения углеводородов. Каждый раз, когда источник включают, он генерирует сейсмическую волну (например, акустическую волну), которая проходит сквозь толщу земли, отражается и после ее возвращения записывается одним или несколькими сейсмическими датчиками, расположенными на обследуемой подземной зоне или над ней. Сейсмические данные записываются сейсмическими датчиками, каждый из которых содержит часы, сконфигурированные для обеспечения информации часов. Затем сейсмические данные могут быть использованы для создания изображения или профиля соответствующей подземной зоны.

Сущность изобретения

Ниже приведено краткое описание конкретных вариантов, раскрытых в настоящей заявке. Следует понимать, что эти аспекты приведены просто для того, чтобы дать специалисту предварительное представление об этих конкретных вариантах, и что эти аспекты не должны восприниматься как ограничения объема настоящего изобретения. В самом деле, настоящее изобретение может охватывать множество аспектов, которые могут быть не указаны в нижеприведенном описании.

Информация часов, которая обеспечивается часами сейсмических датчиков, должна быть точной, чтобы сейсмические данные, которые синхронизируются с информацией часов, могли быть правильно интерпретированы. Однако сейсмические датчики могут быть подвержены действию температуры окружающей среды, которая изменяется во времени, что может приводить к дрейфу в информации часов.

Соответственно, представленные варианты осуществления изобретения могут обеспечивать возможность определения дрейфа в информации часов, обеспечиваемой часами сейсмического датчика, который подвержен воздействию температуры окружающей среды, изменяющейся во времени.

В некоторых вариантах определенный дрейф в информации часов может быть откорректирован таким образом, чтобы сделать более точной информацию часов сейсмических датчиков, и чтобы сейсмические данные интерпретировались точно, даже когда на эти датчики воздействует температура окружающей среды, изменяющаяся во времени.

Аспекты и варианты осуществления изобретения указаны в прилагаемой формуле изобретения. Эти и другие аспекты и варианты осуществления изобретения также описаны в настоящей заявке.

Краткое описание чертежей

Ниже будут описаны варианты осуществления изобретения, которые являются лишь примерами его реализации, со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых показано:

- на фиг. 1 - схематическая иллюстрация группы сейсмических датчиков, расположенных в обследуемой зоне или над ней в процессе сейсмической съемки;
- на фиг. 2 - схематическая иллюстрация примера системы управления и группы сейсмических датчиков;
- на фиг. 3 - блок-схема примера сейсмического датчика;
- на фиг. 4 - пример графика величины дрейфа часов, который возникает с течением времени;
- на фиг. 5 - пример графика скорости дрейфа, обнаруживаемого в информации часов (выражена в функции температуры окружающей среды);
- на фиг. 6 - пример графика изменения температуры, получаемого, например, с помощью термометра сейсмического датчика, и выражающего температуру окружающей среды как функцию времени работы;
- на фиг. 7 - пример графика вычисляемого интеграла температуры $T(t)$ окружающей среды от момента t_0 времени (связанного с началом интервала регистрации датчика) до момента t времени;
- на фиг. 8 - блок-схема алгоритма, иллюстрирующая пример способа по настоящему изобретению;
- на фиг. 9 - блок-схема алгоритма, на которой показаны подробные шаги примера способа фиг. 8;
- на фиг. 10 - блок-схема алгоритма, на которой показаны другие подробные шаги примера способа фиг. 8;
- на фиг. 11 - блок-схема алгоритма, иллюстрирующая другой пример способа по настоящему изобретению.

На всех фигурах одинаковые элементы указываются одинаковыми ссылочными номерами.

Подробное описание осуществления изобретения

На фиг. 1 приведена схематическая иллюстрация группы сейсмических датчиков 15, расположенных в обследуемой зоне 16 или над ней в процессе сейсмической съемки. Датчики 15 сконфигурированы для записи отраженных сейсмических сигналов, которые возвращаются из геологических формирований внутри обследуемой зоны 16.

Глобальная спутниковая система 20 навигации (ГССН) обеспечивает метки времени для датчиков 15 в процессе сейсмической съемки, и эти метки времени помогают в формировании изображения или профиля соответствующей обследуемой зоны 16.

Перед началом сейсмической съемки датчики 15 могут быть инициализированы, например, откалиброваны. После окончания сейсмической съемки сейсмические данные, записанные датчиками 15, могут быть собраны и использованы для формирования изображения или профиля соответствующей подземной зоны.

В некоторых вариантах датчики 15 могут работать вместе с системой 10 управления для осуществления инициализации датчиков 15 и/или для сбора сейсмических данных, которые записаны датчиками 15.

На фиг. 2 приведена схематическая иллюстрация примера системы 10 управления и группы сейсмических датчиков 15.

Система 10 управления содержит док-станцию 14, в которую могут устанавливаться датчики 15 с возможностью съема, как это показано стрелками на фиг. 2.

Система 10 управления может также содержать процессор 11, запоминающее устройство 12 и/или модуль 13 связи, который сконфигурирован для обеспечения связи с модулем связи датчика 15, например, когда этот датчик 15 устанавливают в док-станцию 14 системы 10 управления. Процессор 11, запоминающее устройство 12 и модуль 13 связи могут обеспечивать возможность инициализации датчиков 15 (например, во время калибровки). Процессор 11, запоминающее устройство 12 и модуль 13 связи могут также обеспечивать возможность сбора/считывания сейсмических данных, которые записаны датчиками 15, например, когда датчики установлены в док-станции 14 системы 10 управления. Иначе говоря, в одном из вариантов перед использованием в обследуемой зоне 16 датчики 15 могут быть инициализированы при их установке в док-станции 14. Затем, после установки в обследуемой зоне 16, датчики 15 могут записывать сейсмические данные. Наконец, датчики 15 могут быть собраны из обследуемой зоны 16 и вновь установлены в док-станции 14 для сбора данных, которые были записаны датчиками 15, когда они использовались в обследуемой зоне 16. В одном или в нескольких вариантах дрейф часов, который происходит в результате изменения температуры окружающей среды, может быть скорректирован, когда датчики 15 будут вновь установлены в док-станции 14.

Как показано на фиг. 2, каждый датчик 15 может иметь по меньшей мере две конфигурации. В первой конфигурации датчик 15 может быть установлен в док-станции 14 системы 10 управления, например, для выполнения инициализации и/или для транспортировки в обследуемую зону. Во второй конфигурации датчик 15 может использоваться в обследуемой зоне для получения сейсмических данных.

Как показано на фиг. 3, датчик 15 включает модуль 151 связи, сконфигурированный для обеспечения обмена сообщениями с модулем 13 связи системы 10 управления.

Датчик 15 также содержит процессор 152 и запоминающее устройство 153. В некоторых примерах датчик 15 может включать термометр 154.

Датчик 15 может также включать часы 155, которые сконфигурированы для обеспечения информации часов.

Датчик 15 может быть снабжен антенной 156, предназначенной для приема меток времени, обеспечиваемых системой ГССН 20. В некоторых примерах метки времени, обеспечиваемые системой ГССН 20, могут использоваться датчиком 15 для корректировки нарушений времени на временных интервалах, на которых информация часов обеспечивалась часами 155 датчика 15. Нарушениями времени могут считаться расхождения между информацией времени часов 155 и принятой информацией меток времени. Как уже указывалось, в одном или в нескольких вариантах нарушения времени могут быть откорректированы, когда датчики 15 вновь установлены в док-станции 14.

В одном или в нескольких вариантах осуществления настоящего изобретения информация меток времени, полученных из системы ГССН 20, считается надежным/заслуживающим доверия источником информации времени. В этом случае для корректировки вышеуказанных нарушений времени в одном или в нескольких вариантах может выполняться сравнение информации часов, которая обеспечивается часами 155, с принятыми метками времени, которые обеспечиваются системой ГССН 20. В том случае, когда имеются отклонения/расхождения между информацией часов и информацией временных меток, в одном или в нескольких вариантах эти отклонения/расхождения могут считаться нарушениями времени. Вышеуказанный дрейф часов может определяться такими нарушениями времени. После сравнения информации принятых меток времени, обеспечиваемых системой ГССН 20, с информацией часов, обеспечиваемой часами 155, датчик 15 может откорректировать нарушения времени, как это подробно описывается ниже.

На фиг. 4 приведен пример графика величины дрейфа часов, который возникает с течением времени. Как показано на фиг. 4, на информацию часов, которая обеспечивается часами в процессе сейсмической съемки, может негативно влиять дрейф часов, который с течением времени приводит к нарушениям отсчетов времени. На фиг. 4 кривая, сформированная кружками, соответствует измерениям дрейфа, определяемому сравнением принятой информации часов с принятыми метками времени, в течение примерно 8 дней. Как можно видеть, кривая с кружками на фиг. 4 показывает, что дрейф может изменяться динамически на протяжении 8 дней. Например, в интервале 1-5 дней величина дрейфа имеет тенденцию ухода в область отрицательных значений, пока не достигнет величины примерно -25 мс. После 5-го дня величина дрейфа увеличивается с переходом в область положительных значений, пока к 8-му дню не достигнет величины примерно 90 мс. Как уже указывалось, величина дрейфа имеет тенденцию к динамическим изменениям, и эта тенденция динамических изменений не может быть точно представлена простым двухточечным графиком тренда. Например, представим, что двухточечный график тренда проведен между первой точкой измерения в начале работ (день 1) и второй точкой измерения в конце 8-го дня. Этот двухточечный график тренда будет показывать постоянное увеличение величины дрейфа, что не является точным представлением действительной динамически изменяющейся величины дрейфа. В одном или в нескольких вариантах может осуществляться точное определение динамически изменяющейся величины дрейфа, и в одном или в нескольких вариантах может осуществляться корректировка этой динамически изменяющейся величины дрейфа.

На фиг. 5 приведен пример графика скорости дрейфа, обнаруживаемого в информации часов (выражена как функция температуры окружающей среды). Как показано на фиг. 5, скорость дрейфа в информации часов при сейсмической съемке может быть функцией температуры среды, окружающей сейсмический датчик в процессе получения сейсмических данных. На фиг. 5 приведен пример графика скорости дрейфа в информации часов (выражена как функция температуры окружающей среды). В примере, приведенном на фиг. 5, скорость дрейфа изменяется линейно с изменением температуры в диапазоне примерно 20°C (например, между -40°C и -20°C на фиг. 5), однако скорость дрейфа изменяется нелинейно выше некоторой температуры (например, для температур выше -20°C на фиг. 5).

В некоторых примерах диапазон изменений температуры среды, окружающей датчик в процессе сейсмической съемки, может быть достаточно большим, так что датчик может быть неспособен корректировать свои часы с достаточной регулярностью, используя метки времени, обеспечиваемые системой ГССН.

Соответственно, в одном или в нескольких вариантах осуществления настоящего изобретения может определяться дрейф в информации часов, обеспечиваемой часами сейсмического датчика, на который воздействует температура окружающей среды, изменяющаяся во времени.

В некоторых вариантах определенный дрейф в информации часов может быть отрегулирован/откорректирован таким образом, чтобы сделать более точной информацию часов сейсмических датчиков, и чтобы сейсмические данные интерпретировались точно, даже когда на эти датчики действует температура окружающей среды, изменяющаяся во времени.

В одном или в нескольких вариантах осуществления настоящего изобретения может определяться величина дрейфа с использованием принятой информацией о температуре, и в одном или в нескольких вариантах принятая информация о температуре может использоваться для регулировки/корректировки дрейфа.

На фиг. 6 приведен пример графика изменения температуры, получаемой, например, с помощью термометра сейсмического датчика, и выражающий температуру окружающей среды в функции времени работы. На фиг. 6 приведен пример графика полученной информации о температуре $T(t)$, который отражает температуру среды, окружающей датчик, в процессе сейсмической съемки, в функции времени работы. Полученная информация о температуре $T(t)$ может обеспечиваться, например, термометром датчика. Как показано на фиг. 6, в некоторых примерах информация о температуре может быть представлена характерной кривой, которая определяется с использованием функции сглаживания информации о температуре.

На фиг. 7 приведен пример величины интеграла температуры $T(t)$ окружающей среды от момента времени, связанного с началом интервала регистрации (например, с началом сейсмической съемки) и текущим моментом t времени (например, в течение сейсмической съемки).

На фиг. 8 приведена блок-схема примера способа 100 в соответствии с изобретением, в котором используется принятая информация часов и принятая информация о температуре, как это было описано выше. Как это описывается ниже более подробно, в этом примере способа 100 могут выдаваться корректировочные данные, которые могут использоваться для корректировки дрейфа в информации часов.

Способ 100, блок-схема которого приведена на фиг. 8, может включать на шаге S1 получение информации о температуре, которая отражает температуру окружающей среды (возле датчика) в функции времени. Как уже указывалось, информация о температуре может обеспечиваться, например, с помощью термометра. Способ 100 может также включать на шаге S2 получение информации часов, обеспечиваемой часами датчика.

В некоторых примерах информация о температуре, получаемая на шаге S1, может обеспечиваться с

помощью термометра датчика. Вместо этого или дополнительно к этому, информация температуры может обеспечиваться с помощью других средств, таких как другие термометры, например, термометры, обеспечиваемые в системе управления. Как уже указывалось, система управления может работать вместе с датчиками в процессе их инициализации или при считывании/получении сейсмических данных из датчиков.

Один из примеров полученной информации о температуре, показанный на фиг. 6, уже был описан. Полученная информация о температуре может использоваться для корректировки дрейфа, как это будет описано ниже более подробно.

В дополнение к информации часов, полученной на шаге S2, в одном или в нескольких вариантах на шаге S3 могут быть также получены метки времени, обеспечиваемые системой ГССН. Как уже указывалось, сравнивая информацию меток времени с информацией часов, обеспечиваемой часами датчика, в одном или в нескольких вариантах на шаге S4 может определяться информация дрейфа, которая отражает дрейф в информации часов, путем определения разницы между информацией часов, которая обеспечивается часами, и информацией меток времени, которые обеспечиваются системой ГССН. Разница между информацией часов и информацией меток времени может указывать на возникновение дрейфа.

Способ 100 может также включать определение и выдачу на шаге S5 корректировочных данных. В одном или в нескольких вариантах эти корректировочные данные могут использоваться для корректировки информации часов, как это описано ниже. Как это указано ниже, корректировочные данные могут быть определены на основе полученной информации о температуре.

В некоторых вариантах определение корректировочных данных на шаге S5 включает представление дрейфа $D(t)$ в параметрической форме, а именно:

$$D(t) = [a \times \Theta(t)] + (b \times t) \quad (E)$$

В вышеприведенном уравнении (E) Θ - величина интеграла температур $T(t)$ окружающей среды от момента времени t_0 , относящегося к началу интервала регистрации датчика, до текущего момента времени t в течение интервала регистрации датчика, так что:

$$\Theta(t) = \int_{t_0}^t T$$

Выше был описан пример графика Θ , приведенного на фиг. 7.

В некоторых примерах интервал регистрации может составлять несколько часов или несколько дней. В некоторых примерах интервал регистрации может соответствовать продолжительности сейсмической съемки, при которой сейсмический датчик используется для получения сейсмических данных.

В вышеприведенном уравнении (E) величины a , b - это параметры, которые определяются для минимизации разницы между дрейфом $D(t)$ и измеренным дрейфом времени, определяемым путем сравнения информации часов с информацией меток времени.

В этом случае в одном или в нескольких вариантах определение корректировочных данных на шаге S5 может включать определение параметров a , b .

Величина $D(t_0)$ может быть такой, что:

$$D(t_0) = 0.$$

Таким образом, следует понимать, что на шаге S5 в одном или в нескольких вариантах определяются корректировочные данные, которые обеспечивают минимизацию разницы между определенной информацией дрейфа и измеренным дрейфом времени.

Иначе говоря, путем определения параметров a , b для минимизации вышеуказанной разницы в одном или в нескольких вариантах может определяться кривая, наилучшим образом приближенная к дрейфу $D(t)$.

Способ 100, блок-схема которого приведена на фиг. 8, также включает на шаге S5 формирование корректировочных данных на основе определенной информации дрейфа. Дрейф в информации часов может быть скорректирован в соответствии с вышеуказанными корректировочными данными. В некоторых примерах определение корректировочных данных включает определение параметров a , b для уравнения (E).

В одном или в нескольких вариантах после определения корректировочных данных они могут быть использованы для корректировки дрейфа в информации часов. Такая корректировка может осуществляться, например, когда данные, зарегистрированные датчиками, собираются док-станцией. Иначе говоря, в одном или в нескольких вариантах корректировочные данные обеспечивают корректировку дрейфа, после того как все данные были приняты датчиком.

В некоторых примерах выдача корректировочных данных на шаге S5 может включать выполнение по меньшей мере одного из следующих действий:

1) запись корректировочных данных в запоминающее устройство сейсмического датчика и/или в запоминающее устройство системы управления (например, для последующих обращений); и/или 2) передачу корректировочных данных в процессор сейсмического датчика и/или в процессор системы управления (например, для непосредственного использования, например, для корректировки дрейфа).

Как показано на фиг. 5 и 6 (были описаны выше), температура окружающей среды может изменять-

ся в пределах одного или нескольких диапазонов на протяжении одного или нескольких интервалов регистрации. В примере фиг. 5 температура окружающей среды изменяется, например, в первом диапазоне (например, в диапазоне температур ниже -40°C), во втором диапазоне (например, в диапазоне от -40 до -20°C) и в третьем диапазоне (например, в диапазоне выше -20°C). Таким образом, способ может включать определение корректировочных данных, которые соответствуют каждому диапазону температур окружающей среды.

В некоторых примерах определение корректировочных данных включает определение параметров a , b для уравнения (E), как это было описано.

Вместо этого или дополнительно к этому, в некоторых примерах корректировочные данные могут включать информацию о температуре. Как уже указывалось, корректировочные данные могут соответствовать разным диапазонам температур окружающей среды. Информация о температуре, связанная с корректировочными данными, может включать информацию, связанную по меньшей мере с одной из следующих величин:

максимальная температура каждого диапазона температур; и/или
минимальная температура каждого диапазона температур; и/или
средняя температура каждого диапазона температур.

В некоторых примерах выдача корректировочных данных на шаге S5 может включать сохранение корректировочных данных, соответствующих каждому диапазону температур в библиотеке, которая связана с диапазонами температур. Библиотека может быть расположена в запоминающем устройстве датчика и/или в запоминающем устройстве системы управления.

Как показано на фиг. 9, в одном или в нескольких вариантах на шаге S5 выдача корректировочных данных может осуществляться путем выполнения по меньшей мере одного из нижеуказанных действий. Способ S5 включает на шаге S51 определение одного или нескольких наборов корректировочных данных для одного или, нескольких интервалов калибровки и/или для одного или для нескольких интервалов сейсмической съемки. Способ S5 на шаге S52 может включать обновление одного или нескольких наборов корректировочных данных, которые были определены ранее. Способ S5 включает на шаге S53 выдачу обновленных корректировочных данных.

Как показано на фиг. 10, в некоторых примерах обновление на шаге S52 одного или нескольких наборов корректировочных данных, которые были определены ранее, может включать по меньшей мере одно из нижеуказанных действий. Как уже указывалось, корректировочные данные могут включать по меньшей мере параметры a , b , которые обеспечивают возможность вычисления дрейфа в зависимости от температуры. Способ S52 включает на шаге S521 сравнение определенного одного или нескольких наборов корректировочных данных (например, сравнение ранее определенного набора корректировочных данных с вновь определенным набором корректировочных данных). Способ S52 может также включать на шаге S522 выбор определенного одного или нескольких наборов корректировочных данных в соответствии с вышеуказанным сравнением. Иначе говоря, вновь определенные корректировочные данные могут быть выбраны в качестве подходящих корректировочных данных. Способ S52 может также включать на шаге S523 усреднение определенного одного или нескольких наборов корректировочных данных. Иначе говоря, ранее определенные корректировочные данные могут быть объединены и/или усреднены с вновь определенными корректировочными данными.

В некоторых примерах выбор определенного одного или нескольких наборов корректировочных данных на шаге S522 может включать выдачу корректировочных данных, переданных в течение предыдущего одного или нескольких интервалов регистрации, для датчика и/или по меньшей мере для одного другого датчика.

В некоторых примерах способ 100 может быть реализован, по меньшей мере частично, с помощью системы 10 фиг. 2 и/или датчика 15 фиг. 3.

Способ 100 может обеспечивать возможность сокращения ошибок отсчетов времени в сейсмических данных, которые обеспечиваются датчиками, в том случае, когда эти датчики не могут корректировать свои часы с достаточной регулярностью с использованием меток времени, обеспечиваемых системой ГССН 20.

На фиг. 11 приведена блок-схема способа 200 обработки информации часов, обеспечиваемой часами сейсмического датчика, на который действовала температура окружающей среды, изменяющаяся во времени.

Способ 200, блок-схема которого приведена на фиг. 11, может включать на шаге S10 получение одного или более из информации часов и меток времени, которые обеспечиваются глобальной спутниковой системой навигации. Способ 200 может также включать на шаге S20 определение того, что полученная информация о метках времени содержит по меньшей мере один интервал отсутствия меток времени (ИОМВ), который превышает заданное пороговое значение.

В одном или в нескольких вариантах этот интервал может быть определен как промежуток времени между последовательными приемами меток времени от системы ГССН. В одном или в нескольких вариантах заданное пороговое значение может находиться в диапазоне от 1 до 10 ч, например, 6 ч. В этом примере ИОМВ, превышающий 6 ч, означает, что датчик не получал метки времени от системы ГССН по

меньшей мере в течение 6 ч.

Если на шаге S20 определено, что полученная информация меток времени содержит по меньшей мере один ИОМВ, превышающий заданное пороговое значение, то способ 200 может также включать на шаге S30 определение корректировочных данных, связанных с дрейфом в информации часов, в функции времени и температуры окружающей среды. В некоторых примерах корректировочные данные могут быть определены, по меньшей мере частично, с использованием способа 100 по настоящему изобретению, для датчика и/или по меньшей мере для одного другого датчика.

Способ 200 может также включать на шаге S40 для каждого ИОМВ, превышающего заданное пороговое значение, корректировку соответствующей информации часов в соответствии с полученными корректировочными данными.

Способ 200 может обеспечивать возможность уменьшения ошибок отсчетов времени в сейсмических данных, которые обеспечиваются датчиками, в том случае, когда эти датчики не могут корректировать свои часы с достаточной регулярностью с использованием меток времени, обеспечиваемых системой ГССН 20.

В некоторых примерах способ 200 может быть реализован, по меньшей мере частично, с помощью системы 10 фиг. 2 и/или датчика 15 фиг. 3.

Модификации и изменения

В некоторых примерах альтернативно или дополнительно модуль 151 связи фиг. 3 может быть сконфигурирован для беспроводной связи с модулем 13 связи.

В некоторых примерах обмен сообщениями между модулем 13 связи и модулем 151 связи на фиг. 3 может включать передачу по меньшей мере одного из нижеуказанного:

- 1) конфигурационные данные из системы 10 управления в датчик 15, например, для установки усиления записи датчика 15; и/или
- 2) сейсмические данные из датчика 15 в систему 10, например, в процессе и/или после сейсмической съемки; и/или
- 3) информация о температуре из датчика 15 в систему 10 и в обратном направлении, например, в процессе и/или после сейсмической съемки; и/или
- 4) информация о дрейфе из датчика 15 в систему 10 и в обратном направлении, например, в процессе и/или после сейсмической съемки; и/или
- 5) корректировочные данные из датчика 15 в систему 10 и в обратном направлении, например, в процессе и/или после сейсмической съемки.

Возможна также передача и других данных.

В некоторых примерах эффекты старения элементов часов и/или эффекты гистерезиса могут быть либо несущественными, либо может быть достаточно меток времени для их характеристики. В одном или в нескольких вариантах для заданных часов основным фактором, определяющим изменения дрейфа часов, являются изменения температуры окружающей среды. В некоторых примерах температура датчика может записываться непрерывно в процессе его работы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ определения дрейфа в данных часов, обеспечиваемых часами сейсмического датчика, который подвергается воздействию температуры окружающей среды, изменяющейся во времени, причем способ включает:

получение информации о температуре от сейсмического датчика, на который воздействует окружающая среда, причем указанная информация о температуре связана с температурой окружающей среды, как функция времени;

получение данных часов;

получение меток времени, обеспечиваемых глобальной спутниковой системой навигации;

определение дрейфа времени в данных часов, в соответствии с разницей между данными часов и метками времени; и

определение корректировочных данных для корректировки данных часов, используя дрейф времени и информацию о температуре, полученной от указанного сейсмического датчика.

2. Способ по п.1, в котором информацию о температуре и/или данных часов получают на протяжении по меньшей мере одного интервала регистрации, и определение корректировочных данных включает параметризацию дрейфа $D(t)$ следующим образом:

$$D(t) = [a \times \Theta(t)] + (b \times t)$$

где Θ - интеграл температуры $T(t)$ окружающей среды от момента времени, связанного с началом по меньшей мере одного интервала регистрации, до момента t времени, так что:

$$\Theta(t) = \int_{t_0}^t T$$

где параметры a , b определяют для минимизации разницы между $D(t)$ и дрейфом времени, и $D(t_0) = 0$.

3. Способ по п.1 или 2, в котором информацию о температуре и/или данных часов получают на протяжении по меньшей мере одного интервала регистрации, соответствующего интервалу калибровки, и определение корректировочных данных включает определение информации дрейфа на основе дрейфа времени в данных часов на протяжении интервала регистрации, составляющего по меньшей мере одни сутки, причем метки времени включают метки времени, полученные в интервале регистрации.

4. Способ по п.3, в котором метки времени получают периодически, а информацию о температуре получают непрерывно.

5. Способ по любому из пп.1-4, дополнительно включающий:

запись корректировочных данных в запоминающее устройство сейсмического датчика и/или системы управления; и/или

передачу корректировочных данных в процессор сейсмического датчика и/или системы управления.

6. Способ по любому из пп.1-5, в котором температура окружающей среды изменяется в пределах по меньшей мере одного диапазона температур в течение одного или нескольких интервалов регистрации, причем определение корректировочных данных включает определение корректировочных данных для каждого диапазона температур.

7. Способ по любому из пп.1-6, в котором корректировочные данные включают информацию о температуре.

8. Способ по п.6 или 7, в котором корректировочные данные, связанные с информацией о температуре, включают данные, связанные по меньшей мере с одной из следующих величин:

максимальная температура каждого диапазона температур; и/или

минимальная температура каждого диапазона температур; и/или

средняя температура каждого диапазона температур.

9. Способ по п.7 или 8, в котором выдача корректировочных данных включает запись корректировочных данных, соответствующих каждому диапазону температур, в библиотеку, связанную с диапазонами температур.

10. Способ по любому из пп.2-9, в котором корректировочные данные включают параметры (a, b).

11. Способ по любому из пп.2-10, в котором по меньшей мере один интервал регистрации соответствует интервалу измерений, в котором сейсмический датчик используется для измерения сейсмических данных, и/или в котором информацию о температуре и/или данных часов получают на протяжении по меньшей мере одного интервала регистрации, соответствующего интервалу калибровки.

12. Способ по п.11, в котором определение корректировочных данных также включает:

определение одного или нескольких наборов корректировочных данных для одного или нескольких интервалов калибровки и/или одного или нескольких интервалов измерений;

обновление определенного одного или нескольких наборов корректировочных данных; и

выдачу обновленных корректировочных данных.

13. Способ по п.12, в котором обновление определенного одного или нескольких наборов корректировочных данных включает по меньшей мере одно из следующих действий:

выбор определенного одного или нескольких наборов корректировочных данных; и/или

усреднение определенного одного или нескольких наборов корректировочных данных.

14. Способ по любому из пп.1-13, в котором получение информации о температуре включает фильтрацию этой информации для ее сглаживания.

15. Способ по любому из пп.1-14, включающий также корректировку дрейфа в данных часов в соответствии с корректировочными данными.

16. Способ по п.1, дополнительно включающий:

определение включают ли данные часов по меньшей мере один интервал отсутствия меток времени, превышающий заданное пороговое значение, в полученных метках времени;

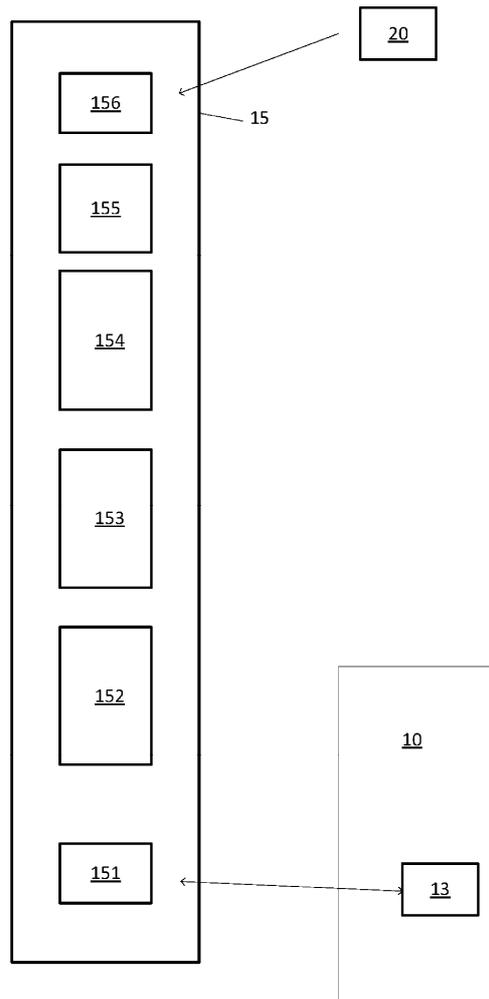
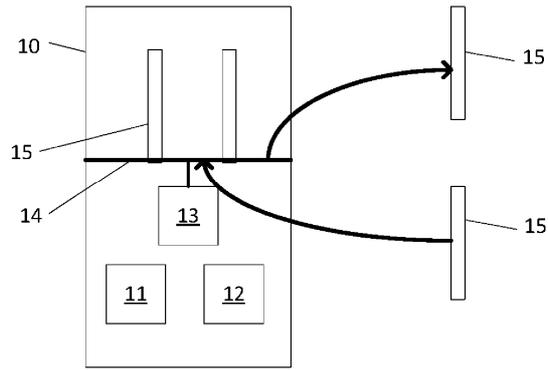
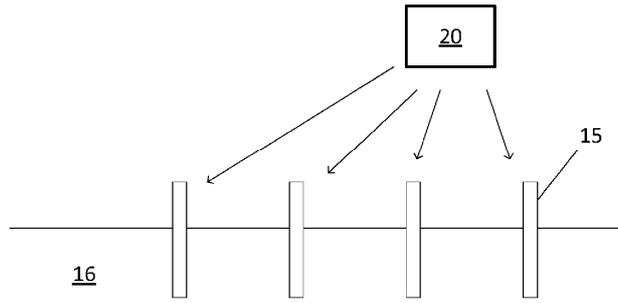
определение корректировочных данных, если информация часов содержит по меньшей мере один определенный интервал отсутствия меток времени; и

корректировку данных часов в соответствии с корректировочными данными для каждого указанного по меньшей мере одного определенного интервала отсутствия меток времени.

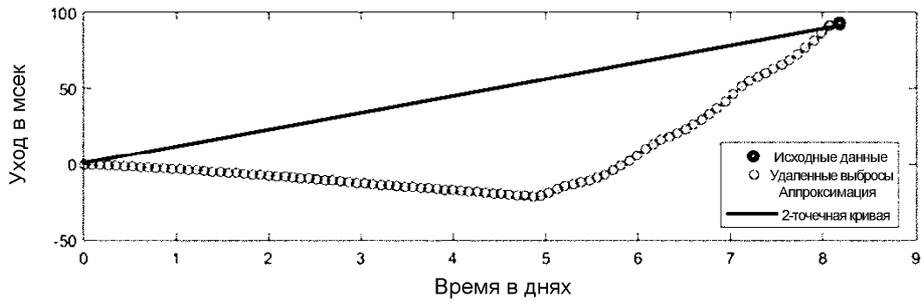
17. Способ по п.16, в котором метки времени получают периодически, а информацию о температуре получают непрерывно.

18. Устройство для определения дрейфа в данных часов, включающее процессор и запоминающее устройство, функционально соединенное с процессором и содержащее записанные команды, при исполнении которых процессором обеспечивается выполнение операций способа по любому из пп.1-17.

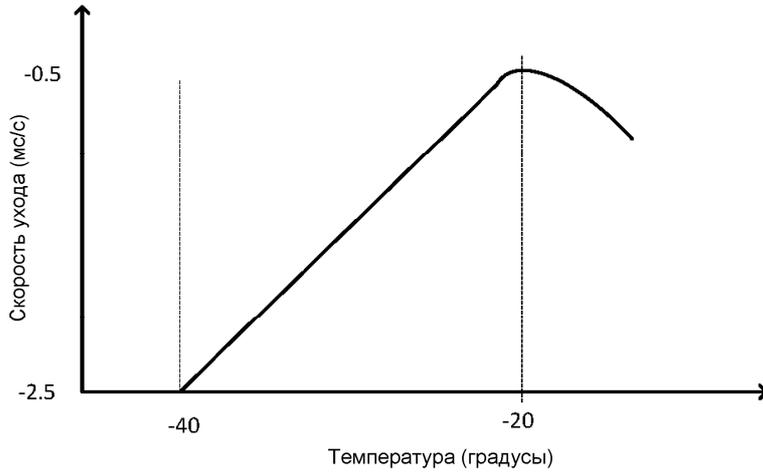
19. Машиночитаемый носитель данных, содержащий сохраненные на нем команды, при исполнении которых процессором обеспечивается выполнение операций способа по любому из пп.1-17.



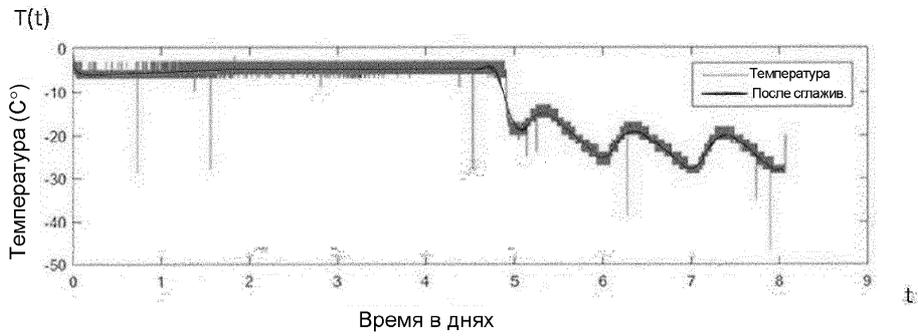
Фиг. 3



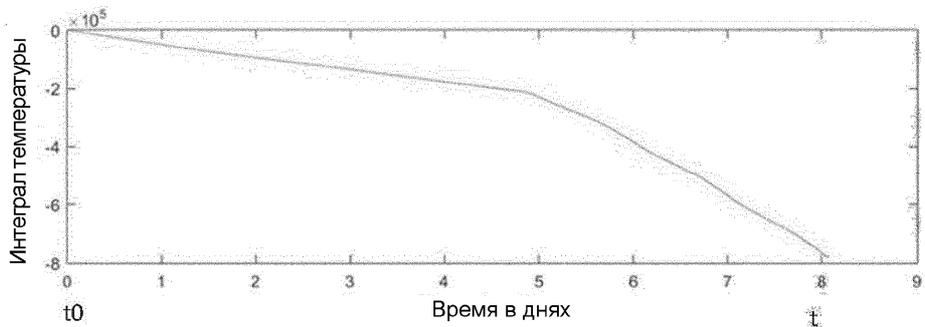
Фиг. 4



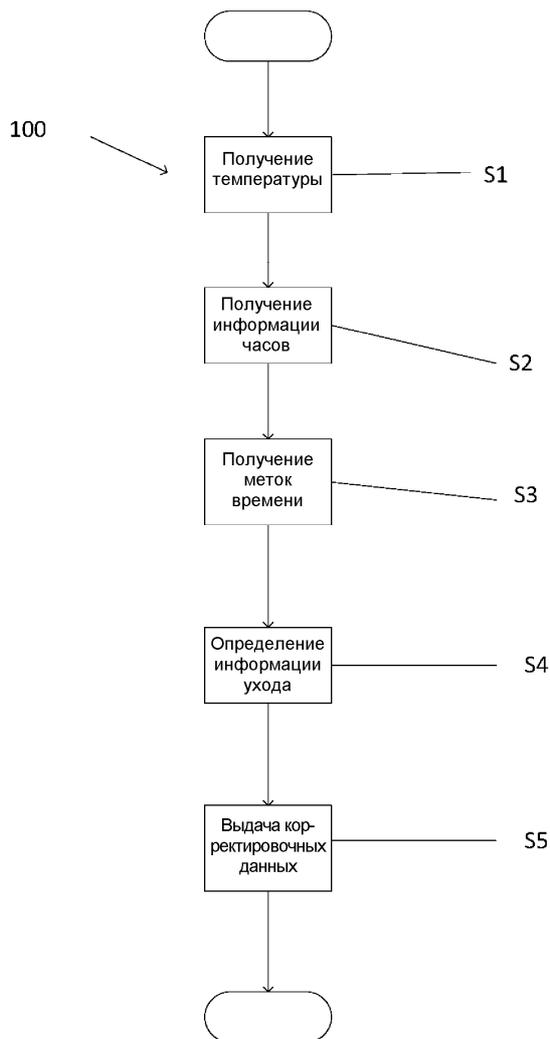
Фиг. 5



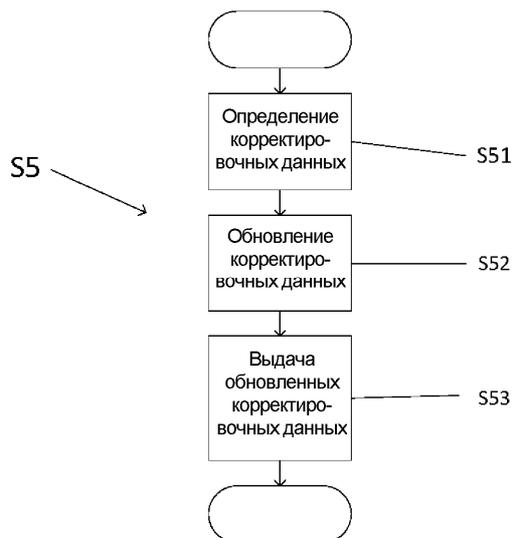
Фиг. 6



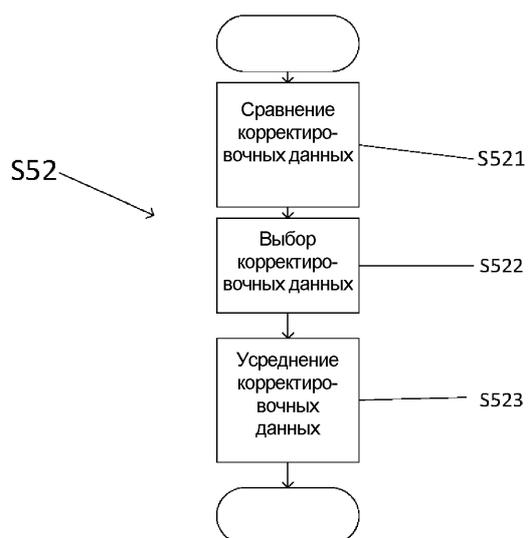
Фиг. 7



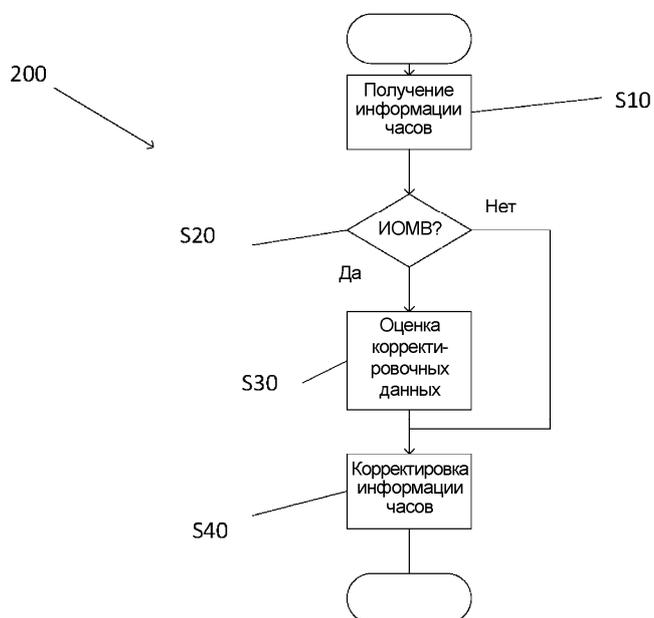
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11