

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044441**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.08.28

(51) Int. Cl. **G01R 35/04 (2006.01)**

(21) Номер заявки
202292176

(22) Дата подачи заявки
2020.11.23

(54) **СПОСОБ И СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА ПОГРЕШНОСТИ ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОДНОГО СКАЧКА НАГРУЗКИ И НОСИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ**

(31) **202010069718.1**

(56) CN-A-111289942
CN-A-107561481
CN-A-105044651
CN-A-107462863
CN-A-110212518
CN-A-101477185
CN-A-109298379
JP-A-2010243372

(32) **2020.01.21**

(33) **CN**

(43) **2022.12.23**

(86) **PCT/CN2020/130780**

(87) **WO 2021/147501 2021.07.29**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**БЭЙЦЗИН ТЭНЬХЭ ЭЛЕКТРОНИК
ТЕХНОЛОДЖИ КО., ЛТД. (CN)**

(72) Изобретатель:
Чан Хуншань, Хэ Гуан (CN)

(74) Представитель:
Кузнецова С.А. (RU)

(57) В настоящем изобретении представлены способ и система для анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, а также читаемый компьютером носитель информации. Согласно способу и системе, измерение с высокой плотностью выполняют в отношении нагрузки главного измерителя и второстепенных измерителей в области измерения в течение длительного времени с получением массива данных о нагрузке. После этого на основе одного скачка нагрузки получают разницу измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка, а также разницу измеренной нагрузки второстепенного измерителя со скачком до и после скачка. Степень отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя определяют уникальным образом. После получения статистических данных о степенях отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя выполняют анализ погрешности во всей области измерения на основе статистических данных (S4) таким образом, чтобы можно было точно оценить общее состояние погрешности области измерения, состояние погрешности главного измерителя и состояние погрешности каждого из второстепенных измерителей. Этот способ заслуживает широкое распространение. Кроме того, степень отклонения погрешности вычисляют на основе разницы измеренной нагрузки до и после скачка, что предотвращает влияние любой погрешности, обусловленной фактором воздействия, на результаты вычисления и делает результаты вычисления более точными.

B1

044441

044441

B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к технической области анализа погрешности системы энерго-снабжения, в частности, к способу и системе для анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, а также к читаемому компьютером носителю информации.

Уровень техники

Область измерения силовой нагрузки состоит из главного измерителя и множества второстепенных измерителей. Главный измеритель предназначен для измерения нагрузки главного узла, а именно, всей области измерения, а второстепенные измерители предназначены для измерения нагрузки второстепенных узлов. Если погрешности нет, то значение, измеренное главным измерителем, должно равняться сумме значений, измеренных второстепенными измерителями. Однако при применении на практике имеет место погрешность как главного измерителя, так второстепенных измерителей. Если погрешности этих измерителей находятся в пределах допустимого диапазона, то система находится в нормальном состоянии погрешности. Если погрешности некоторых измерителей выходят за пределы допустимого диапазона, то система находится в ненормальном состоянии погрешности. То, каким образом следует определять состояние погрешности каждого измерителя и относительную погрешность в некорректно работающем измерителе, всегда является задачей, которую необходимо решить в системе энергоснабжения. В уровне техники по-прежнему отсутствует анализ погрешности всей области измерения несмотря на наличие возможности анализа погрешности одного измерителя. Например, в патенте CN 106772203 В раскрыт способ анализа полной погрешности измерителя в гармонических условиях. В этом способе по отдельности получают полную погрешность измерителя путем вычисления погрешности режима измерения и погрешности точности вычисления измерителя в гармонических условиях, что делает анализ погрешности более целесообразным, а результат анализа - более точным. Данный способ способствует внедрению более целесообразной схемы измерения электроэнергии, однако не может быть проанализировано ни состояние погрешности всей области измерения, ни относительная погрешность некорректно работающего измерителя.

Раскрытие сущности изобретения

В настоящем изобретении представлены способ и система для анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, а также читаемый компьютером носитель информации, направленные на решение технической задачи, заключающейся в том, что существующий способ анализа погрешности не обеспечивает анализ состояния погрешности всей области измерения.

Согласно аспекту настоящего изобретения, представлен способ анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, включающий следующие этапы, на которых:

этап S1: измеряют нагрузку главного измерителя и второстепенных измерителей в области измерения с получением массива данных о нагрузке;

этап S2: при определении того, что в области измерения присутствует один скачок нагрузки, получают разницу измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка, а также разницу измеренной нагрузки второстепенного измерителя со скачком до и после скачка, и вычисляют степень отклонения погрешности во второстепенном измерителе со скачком относительно главного измерителя на основе разницы измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка, а также разницы измеренной нагрузки второстепенного измерителя со скачком до и после скачка;

этап S3: повторяют этап S2 до тех пор, пока не сформируются статистические данные степеней отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя; и

этап S4: выполняют анализ погрешности в области измерения на основе статистических данных.

Кроме того, этап S4, в частности, включает в себя этапы, на которых

анализируют статистические данные; и если степени отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя похожи и допустимы, то определяют, что погрешность всей области измерения является нормальной; если степени отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя похожи, но большие, то определяют, что погрешность главного измерителя является большой; или если степень отклонения погрешности отдельного второстепенного измерителя относительно главного измерителя является большой, но степени отклонения погрешности других второстепенных измерителей относительно главного измерителя похожи, то определяют, что погрешность второстепенного измерителя с большой степенью отклонения является большой.

Кроме того, способ анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки дополнительно включает следующие этапы, на которых:

этап S5: выполняют непрерывное измерение нагрузки в режиме реального времени в области измерения; в случае одного скачка нагрузки, вычисляют степень отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя; если между последующей вычисленной степенью отклонения погрешности и степенью отклонения погрешности, полученной с помощью статистических данных, имеется большая разница и эта разница впоследствии не пропадает, то определяют, что второстепенный измеритель со скачком неисправен; а если разница впоследствии пропадает, то определяют, что присутствует погрешность, обусловленная фактором временного воздействия.

Кроме того, на этапе S2 степень отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя вычисляют согласно следующей формуле:

$$\frac{(\varepsilon_{\Delta P_{\text{главного}}} - \varepsilon_{\Delta P_k}) / \Delta P_{\text{измеренная для главного}}}{\Delta P_{\text{измеренная для главного}}} = \frac{(\Delta P_{\text{измеренная для главного}} - \Delta P_{\text{измеренная для k}}) / \Delta P_{\text{измеренная для главного}}}{\Delta P_{\text{измеренная для главного}}}$$

где

$(\varepsilon_{\Delta P_{\text{главного}}} - \varepsilon_{\Delta P_k})$ определяют, как значение отклонения погрешности между главным измерителем и второстепенным измерителем к со скачком,

$(\varepsilon_{\Delta P_{\text{главного}}} - \varepsilon_{\Delta P_k}) / \Delta P_{\text{измеренная для главного}}$ определяют, как степень отклонения погрешности второстепенного измерителя к со скачком относительно главного измерителя,

$\Delta P_{\text{измеренная для главного}}$ представляет собой разницу измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка,

$\Delta P_{\text{измеренная для k}}$ представляет собой разницу измеренной нагрузки второстепенного измерителя к со скачком до и после скачка, при этом вычисление выполняют тогда, когда сумма разниц нагрузки других второстепенных измерителей близка к нулю.

Кроме того, область измерения представляет собой измерительный короб, отвод или всю область трансформатора.

Кроме того, на этапе S2 определяют то, присутствует ли один скачок нагрузки в области измерения, на основе следующих этапов, на которых:

этап S21: сравнивают значение изменения нагрузки каждого из второстепенных измерителей с заранее заданным пороговым значением выраженного скачка нагрузки и заранее заданным пороговым значением нагрузки при гладких колебаниях; если значение изменения нагрузки второстепенного измерителя больше или равняется заранее заданному пороговому значению выраженного скачка нагрузки, то определяют, что во второстепенном измерителе присутствует скачок нагрузки; а если значение изменения нагрузки второстепенного измерителя меньше заранее заданного порогового значения нагрузки при гладких колебаниях, то определяют, что присутствует гладкое колебание нагрузки второстепенного измерителя; и

этап S22: собирают статистические данные состояния изменения нагрузки каждого из второстепенных измерителей в один и тот же момент, и если скачок нагрузки присутствует только в одном второстепенном измерителе, а в других второстепенных измерителях присутствует плавное колебание нагрузки, то определяют, что один скачок нагрузки присутствует в области измерения; в противном случае определяют, что один скачок нагрузки в области измерения отсутствует.

Кроме того, на этапе S1 данные о нагрузке главного измерителя и второстепенных измерителей получают посредством считывания в окне, данные о нагрузке во множестве моментов времени получают в одном временном окне, и если присутствует гладкое колебание множества фрагментов данных о нагрузке во временном окне, то значение сглаживания используют в качестве данных о нагрузке; или если между множеством фрагментов данных о нагрузке во временном окне присутствует скачок, то данные о нагрузке в окне отбрасывают.

В настоящем изобретении также представлена система, реализующая вышеуказанный способ, содержащая

блок измерения данных, выполненный с возможностью измерения нагрузки главного измерителя и второстепенных измерителей в области измерения с получением массива данных о нагрузке;

блок обработки данных, выполненный с возможностью определения того, присутствует ли один скачок нагрузки в области измерения, вычисления степени отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя при определении того, что один скачок нагрузки присутствует в области измерения, и формирования статистических данных о степенях отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя; и

блок анализа погрешности, выполненный с возможностью осуществления анализа погрешности в области измерения на основе статистических данных.

Кроме того, блок измерения данных дополнительно выполнен с возможностью осуществления непрерывного измерения нагрузки в области измерения в режиме реального времени; и

блок анализа погрешности дополнительно выполнен с возможностью сравнения последующей вычисленной степени отклонения погрешности и степени отклонения погрешности, полученной с помощью статистических данных; определения того, что второстепенный измеритель со скачком неисправен, если между последующей вычисленной степенью отклонения погрешности и степенью отклонения погрешности, полученной с помощью статистических данных, присутствует большая разница и эта разница впоследствии не пропадает; и определения того, что присутствует погрешность, обусловленная фактором временного воздействия, если разница впоследствии пропадает.

В настоящем изобретении также представлен читаемый компьютером носитель информации, содержащий компьютерную программу, обеспечивающую выполнение операций вышеуказанного способа.

Настоящее изобретение имеет следующие полезные эффекты.

Согласно способу анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, представленному в настоящем изобретении, нагрузку главного измерителя и второстепенных измерителей измеряют с высокой плотностью в области измерения в течение длительного времени с получением массива данных о нагрузке. После этого, на основе одного скачка нагрузки получают разницу измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка, а также разницу измеренной нагрузки второстепенного измерителя со скачком до и после скачка. Степень отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя определяют уникальным образом. После получения статистических данных о степенях отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя выполняют анализ погрешности во всей области измерения на основе статистических данных таким образом, чтобы можно было точно оценить общее состояние погрешности области измерения, состояние погрешности главного измерителя и состояние погрешности каждого из второстепенных измерителей. Этот способ заслуживает широкого распространения. Кроме того, степень отклонения погрешности вычисляют на основе разницы измеренной нагрузки до и после скачка. Временной интервал до и после скачка является очень коротким, при этом рабочая среда и рабочее состояние измерителя в основном остаются неизменными, что предотвращает влияние погрешности, обусловленной фактором воздействия, на результат вычисления, делает результат вычисления более точным и обеспечивает точность последующего анализа погрешности.

Кроме того, система для анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки в настоящем изобретении также обладает указанными выше преимуществами.

Настоящее изобретение может иметь другие цели, признаки и преимущества, отличные от описанных выше. Настоящее изобретение будет более подробно описано ниже со ссылкой на сопроводительные чертежи.

Краткое описание чертежей

Сопроводительные чертежи, являющиеся частью настоящего изобретения, предназначены для обеспечения дополнительного понимания настоящего изобретения. Схематические варианты реализации настоящего изобретения и их описание предназначены для иллюстрации настоящего изобретения и не являются неоправданным ограничением настоящего изобретения.

На фиг. 1 изображена схематическая диаграмма способа анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, согласно предпочтительному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 2 изображена схематическая диаграмма этапа S2, показанного на фиг. 1, согласно предпочтительному варианту реализации настоящего изобретения.

На фиг. 3 изображена схематическая структурная диаграмма модулей системы для анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, согласно другому варианту реализации настоящего изобретения.

Подробное описание вариантов реализации

Ниже представлено подробное описание вариантов реализации настоящего изобретения со ссылкой на сопроводительные чертежи, однако настоящее изобретение может быть реализовано другим образом, входящим в рамки объема настоящего изобретения.

Для обеспечения простоты понимания, как изображено на фиг. 1, в предпочтительном варианте реализации настоящего изобретения представлен способ анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, включающий следующие этапы.

Этап S1: измеряют нагрузку главного измерителя и второстепенных измерителей в области измерения с получением массива данных о нагрузке.

Этап S2: при определении того, что в области измерения присутствует один скачок нагрузки, получают разницу измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка, а также разницу измеренной нагрузки второстепенного измерителя со скачком до и после скачка, и вычисляют степень отклонения погрешности во второстепенном измерителе со скачком относительно главного измерителя на основе разницы измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка, а также разницы измеренной нагрузки второстепенного измерителя со скачком до и после скачка.

Этап S3: повторяют этап S2 до тех пор, пока не сформируются статистические данные степеней отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя.

Этап S4: выполняют анализ погрешности в области измерения на основе статистических данных.

Согласно способу анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, представленному в данном варианте реализации, нагрузку главного измерителя и второстепенных измерителей измеряют с высокой плотностью в области измерения в течение длительного времени с получением массива данных о нагрузке. После этого, на основе одного скачка нагрузки получают разницу измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка, а также разницу измеренной нагрузки второстепенного измерителя со скачком до и после скачка. Степень отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя определяют уникальным образом. После получения статистических данных о степенях отклонения погрешности всех второстепенных измерителей отно-

сительно главного измерителя выполняют анализ погрешности во всей области измерения на основе статистических данных таким образом, чтобы можно было точно оценить общее состояние погрешности области измерения, состояние погрешности главного измерителя и состояние погрешности каждого из второстепенных измерителей. Этот способ заслуживает широкое распространение. Кроме того, степень отклонения погрешности вычисляют на основе разницы измеренной нагрузки до и после скачка. Временной интервал до и после скачка является очень коротким, при этом рабочая среда и рабочее состояние измерителя в основном остаются неизменными, что предотвращает влияние погрешности, обусловленной фактором воздействия, на результат вычисления, делает результат вычисления более точным и обеспечивает точность последующего анализа погрешности.

Следует понимать, что измерение с высокой плотностью на этапе S1 выполняют в отношении нагрузки главного измерителя и второстепенных измерителей в области измерения в течение длительного времени с получением массива данных о нагрузке. Предпочтительно, нагрузку главного измерителя и второстепенных измерителей в области измерения измеряют в конкретный период времени, например, во вторую половину ночи. Ввиду того, что в течение большей части второй половины ночи периодически работают только холодильники, водонагреватель, кондиционер и другие часто эксплуатируемые электрические приборы, один скачок нагрузки происходит более легко. Данные о нагрузке могут представлять собой базовые параметры нагрузки системы энергоснабжения, такие как кажущаяся мощность, активная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, сила тока, активный ток и реактивный ток, а особенности изменения этих параметров нагрузки с течением времени могут быть использованы для определения типа и фактора возникновения нагрузки, которые могут быть применены в анализе погрешности области измерения. Кроме того, область измерений может представлять собой измерительный короб, при этом главный измеритель и второстепенные измерители в области измерения соответствуют главному измерителю и второстепенным измерителям в измерительном коробе соответственно. В качестве альтернативы, область измерений может представлять собой отвод, при этом главный измеритель в области измерения может состоять из блоков отвода начального и конечного узлов отвода, а второстепенные измерители в области измерения могут соответствовать второстепенным измерителям в отводе. В качестве альтернативы, область измерений может представлять собой всю область трансформатора, при этом главный измеритель в области измерения может представлять собой главный измеритель в области трансформатора, а второстепенные измерители в области измерения могут соответствовать всем второстепенным измерителям в области трансформатора. Таким образом, вне зависимости от того, является ли область измерений измерительным коробом, отводом или всей областью трансформатора, способ анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, согласно настоящему изобретению, все равно применим.

Кроме того, на этапе S1 данные о нагрузке главного измерителя и второстепенных измерителей, предпочтительно, получают посредством считывания в окне, а данные о нагрузке в множестве временных точек получают в одном временном окне. Если присутствует гладкое колебание множества фрагментов данных о нагрузке во временном окне, то значение сглаживания используют в качестве данных о нагрузке. Если между множеством фрагментов данных о нагрузке во временном окне присутствует скачок, то данные о нагрузке, считанные в окне, отбрасывают. Когда сбор данных выполняют на главном измерителе и второстепенных измерителях, требуется синхронизация времени, чтобы обеспечить достоверность собираемых данных и упростить последующее вычисление степени отклонения погрешности. Синхронизация времени включает в себя синхронизацию времени сбора и синхронизацию времени измерения. Синхронизация времени сбора подразумевает, что сеть энергоснабжения во всей области трансформатора инициирует команды считывания нагрузки для разных измерителей в один и тот же момент времени. Синхронизация времени измерения подразумевает, что измерители осуществляют измерение нагрузки в один и тот же момент времени после приема команд считывания. Высокоточная синхронизация времени может обеспечить синхронизацию времени статистических данных о нагрузке всего оборудования в сети энергоснабжения области трансформатора, что является основой технологии выявления скачка нагрузки. В данном варианте реализации, каждый из главного измерителя и второстепенных измерителей сети энергоснабжения в области трансформатора снабжен несущим модулем для формирования общей несущей сети. Широкополосная несущая сеть имеет высокоточную синхронизацию времени, то есть все несущие модули в несущей сети поддерживают высокоточную синхронизацию на основе эталонного времени сети, так что эталонное время сети используется в качестве системы времени, а команды считывания нагрузки инициируются на несущих модулях в один и тот же момент времени для синхронизации времени сбора в системе. В случае синхронизации времени измерения, нагрузка в измерителе измеряется ядром измерений и считывается ядром измерений. Ядро измерений предназначено для периодического измерения и записи данных о нагрузке, а также оно предназначено для считывания данных о нагрузке из ядра измерений. Таким образом, между моментом времени измерения нагрузки и моментом времени считывания нагрузки имеет место случайная разница во времени, которая равняется 0 и нескольким сотням миллисекунд. Эта естественная разница во времени затрудняет достижение точной синхронизации времени измерения. В настоящее время, значения нагрузки главного измерителя и второстепенных измерителей получают посредством считывания в одной точке. В случае считывания в одной

точке, его выполняют на основе момента времени для получения одного фрагмента данных считывания, однако не могут быть исключены факторы воздействия, обусловленные асинхронным временем измерения. Таким образом, в данном варианте реализации, значения нагрузки главного измерителя и второстепенных измерителей, предпочтительно, получают посредством считывания в окне. В частности, значения нагрузки считывают на основе временного окна. Одно временное окно включает в себя множество моментов времени, при этом данные считывания во множестве моментов времени могут быть получены посредством считывания в одном временном окне. Если присутствует гладкое колебание множества фрагментов данных нагрузки, считанных в одном временном окне, то можно считать, что нагрузка главного измерителя или второстепенного измерителя находится в устойчивом состоянии на узле считывания, а значение сглаживания может использоваться в качестве считанных данных о нагрузке. Значение сглаживания может представлять собой данные о нагрузке в некоторый момент времени в окне или среднее значение, взятое по множеству фрагментов данных о нагрузке в этом окне. Если во множестве фрагментов данных о нагрузке, считанных в одном временном окне, присутствует скачок, то считают, что нагрузка измерителя не находится в устойчивом состоянии на узле считывания, и данные о нагрузке, считанные в этом временном окне, отбрасывают. Например, цикл сбора составляет 1 минуту, иными словами, данные о нагрузке считываются один раз в 1 минуту, при этом данные считываются в окне. Окно составляет 3 секунды, при этом данные считываются один раз в секунду, так что 3 фрагмента данных о нагрузке могут быть считаны за каждый цикл считывания с интервалом в 1 секунду. Если присутствует гладкое колебание 3 фрагментов данных из этого цикла считывания, то можно считать, что нагрузка главного измерителя или второстепенного измерителя находится в устойчивом состоянии на этом узле, а значение сглаживания данных о значении нагрузки может использоваться в качестве считанных данных. Если в 3 фрагментах данных о нагрузке в этом цикле считывания присутствует скачок, то считается, что нагрузка главного измерителя или второстепенного измерителя не находится в устойчивом состоянии на этом узле, и считанные данные отбрасывают.

Таким образом, на этапе S1 значение нагрузки в устойчивом состоянии получают посредством считывания в окне и сглаживания данных, а данные в неустойчивом состоянии непосредственно отбрасывают, тем самым эффективно устраняя факторы воздействия, обусловленные асинхронным временем измерения, а также обеспечивая точность и достоверность считанных данных.

Следует понимать, что, как показано на фиг. 2, на этапе S2 определяют то, присутствует ли один скачок нагрузки в области измерения, на основе следующих этапов.

Этап S21: сравнивают значение изменения нагрузки каждого из второстепенных измерителей с заранее заданным пороговым значением выраженного скачка нагрузки и заранее заданным пороговым значением нагрузки при гладких колебаниях; если значение изменения нагрузки второстепенного измерителя больше или равняется заранее заданному пороговому значению выраженного скачка нагрузки, то определяют, что во второстепенном измерителе присутствует скачок нагрузки; а если значение изменения нагрузки второстепенного измерителя меньше заранее заданного порогового значения нагрузки при гладких колебаниях, то определяют, что присутствует гладкое колебание нагрузки второстепенного измерителя.

Этап S22: собирают статистические данные состояния изменения нагрузки каждого из второстепенных измерителей в один и тот же момент, и если скачок нагрузки присутствует только в одном второстепенном измерителе, а в других второстепенных измерителях присутствует гладкое колебание нагрузки, то определяют, что один скачок нагрузки присутствует в области измерения; в противном случае определяют, что один скачок нагрузки в области измерения отсутствует.

Следует понимать, что на этапе S21 заранее заданное пороговое значение выраженного скачка нагрузки, как правило, является большим. Например, в случае мощности, пороговое значение выраженного скачка нагрузки задано на значении 1000 Вт. Если значение изменения мощности главного измерителя или второстепенного измерителя превышает 1000 Вт, то определяют, что на главном измерителе или второстепенном измерителе присутствует выраженный скачок нагрузки. Если значение изменения мощности главного измерителя или второстепенного измерителя не превышает 1000 Вт, то определяют, что на главном измерителе или второстепенном измерителе выраженный скачок нагрузки отсутствует. Пороговое значение нагрузки при гладких колебаниях, как правило, является небольшим. Например, в случае мощности, пороговое значение нагрузки при гладких колебаниях задано на значении 10 Вт. Если значение изменения мощности измерителя меньше 10 Вт, то определяют, что присутствует гладкое колебание нагрузки измерителя. Если значение изменения мощности измерителя не меньше 10 Вт, то определяют, что гладкое колебание нагрузки измерителя отсутствует. Если скачок нагрузки присутствует только в одном второстепенном измерителе во всей области измерения, а в других второстепенных измерителях присутствует гладкое колебание нагрузки, то, соответственно, скачок нагрузки присутствует и в главном измерителе. В данном случае определяют, что в области измерения присутствует один скачок нагрузки, для упрощения последующего вычисления степени отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя. В противном случае определяют, что один скачок нагрузки отсутствует, иными словами, присутствует множество скачков нагрузки или присутствует гладкое колебание всей нагрузки в области измерения.

Следует понимать, что на этапе S2, степень отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя вычисляют согласно следующей формуле:

$$\frac{(\varepsilon_{\Delta R_{\text{главного}}} - \varepsilon_{\Delta R_k}) / \Delta P_{\text{измеренная для главного}}}{\Delta P_{\text{измеренная для главного}}}$$

где

$(\varepsilon_{\Delta R_{\text{главного}}} - \varepsilon_{\Delta R_k})$ определяют, как значение отклонения погрешности между главным измерителем и второстепенным измерителем к со скачком,

$(\varepsilon_{\Delta R_{\text{главного}}} - \varepsilon_{\Delta R_k}) / \Delta P_{\text{измеренная для главного}}$ определяют, как степень отклонения погрешности второстепенного измерителя к со скачком относительно главного измерителя,

$\Delta P_{\text{измеренная для главного}}$ представляет собой разницу измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка,

$\Delta P_{\text{измеренная для k}}$ представляет собой разницу измеренной нагрузки второстепенного измерителя k со скачком до и после скачка, при этом вычисление выполняют тогда, когда сумма разниц нагрузки других второстепенных измерителей близка к нулю.

Прежде всего, погрешность измерителя включает в себя погрешность самого измерителя и погрешность, обусловленную фактором воздействия. Погрешность самого измерителя включает в себя погрешность, обусловленную схемой выборки тока, погрешность, обусловленную схемой выборки напряжения, погрешность, обусловленную чипом измерения и т.п. Погрешность, обусловленная фактором воздействия, присутствует ввиду того, что условия рабочей среды (температура, влажность, электромагнитная среда и т.п.) и рабочие состояния разных измерителей отличаются между собой. Погрешность, обусловленная фактором воздействия, является произвольной и иногда приводит к сильному отклонению вычисления.

В частности, если истинное значение, измеренное значение и погрешность физической величины (напряжения, тока, мощности или т.п.) являются y , $y_{\text{измеренное}}$ и ε , соответственно, то удовлетворяется следующая формула (1):

$$y = y_{\text{измеренное}} - \varepsilon \quad (1)$$

Для момента времени 1 перед скачком нагрузки,

$$y_1 = y_{1 \text{ измеренное}} - \varepsilon_1.$$

Для момента времени 2 после скачка нагрузки,

$$y_2 = y_{2 \text{ измеренное}} - \varepsilon_2.$$

$$y_2 - y_1 = y_{2 \text{ измеренное}} - y_{1 \text{ измеренное}} - (\varepsilon_2 - \varepsilon_1).$$

Таким образом, для разницы нагрузки до и после скачка в одной и той же точке измерения, указанная выше формула преобразуется в следующую:

$$\Delta y = \Delta y_{\text{измеренная}} - (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$$

Разницу между измеренными значениями измерителя до и после скачка нагрузки используют для вычисления, временной интервал до и после скачка очень короткий, а рабочая среда и рабочее состояние измерителя в основном остаются неизменными. Таким образом, воздействие погрешности, обусловленной фактором воздействия, на результат вычисления исключается, а после устранения погрешности, обусловленной фактором воздействия, погрешность разницы между измеренными значениями измерителя приблизительно линейна истинному значению разницы между измеренными значениями.

Следовательно,

$$\varepsilon_2 - \varepsilon_1 = \varepsilon_{\Delta} = \varepsilon_{\Delta}$$

а указанная выше формула преобразуется в следующую формулу (2):

$$\Delta y = \Delta y_{\text{измеренное}} - \varepsilon_{\Delta} \quad (2)$$

где

ε_{Δ} представляет собой погрешность разницы между измеренными значениями.

В области измерения истинное значение мощности главного измерителя равняется сумме истинных значений мощности всех второстепенных измерителей. Вывод делают путем использования примера, в котором главный измеритель и скачок в k-ом второстепенном измерителе описаны следующим образом:

$$P_{\text{главного}} = \sum_{i=1, i \neq k}^{k-1} P_i + P_k$$

$P_{\text{главного}}$ представляет собой истинное значение мощности главного измерителя, P_i

представляет собой истинное значение мощности i-го второстепенного измерителя, а P_k

представляет собой истинное значение мощности k-го второстепенного измерителя.

Разницу истинных значений мощности до и после скачка получают согласно следующей формуле:

$$\Delta P_{\text{главного}}^{\text{master}} = \sum_{i=1, i \neq k}^{k-1} \Delta p_i + \Delta p_k$$

$\Delta P_{\text{главного}}$ представляет собой разницу значений мощности главного датчика до и после скачка;

ΔP_i представляет собой разницу между истинными значениями мощности i -ого второстепенного измерителя до и после скачка; а

ΔP_k представляет собой разницу истинных значений мощности k -ого второстепенного измерителя до и после скачка.

Формулу (2) применяют для получения следующей формулы:

$$\Delta P_{\text{измеренная для главного}} - \varepsilon_{\Delta P_{\text{главного}}} = \sum_{i=1, i \neq k}^n \Delta P_{\text{измеренная для } i} - \sum_{i=1, i \neq k}^n \varepsilon_{\Delta P_i} + \Delta P_{\text{измеренная для } k} - \varepsilon_{\Delta P_k}$$

Иными словами,

$$\varepsilon_{\Delta P_{\text{главного}}} - \varepsilon_{\Delta P_k} = \Delta P_{\text{измеренная для главного}} - \Delta P_{\text{измеренная для } k} - \sum_{i=1, i \neq k}^n \varepsilon_{\Delta P_i} + \sum_{i=1, i \neq k}^n \varepsilon_{\Delta P_i}$$

где $\varepsilon_{\Delta P_{\text{главного}}}$ представляет собой погрешность разницы между истинными значениями мощности главного измерителя,

$\varepsilon_{\Delta P_k}$ представляет собой погрешность разницы между истинными значениями мощности k -ого второстепенного измерителя,

$\Delta P_{\text{измеренная для главного}}$ представляет собой разницу между измеренными значениями мощности главного измерителя,

$\Delta P_{\text{измеренная для } k}$ представляет собой разницу между измеренными значениями мощности k -ого второстепенного измерителя,

$\Delta P_{\text{измеренная для } i}$ представляет собой разницу между измеренными значениями мощности i -ого второстепенного измерителя, а

$\varepsilon_{\Delta P_i}$ представляет собой погрешность разницы между истинными значениями мощности i -ого второстепенного измерителя.

Когда в области измерения присутствует один скачок нагрузки, иными словами, когда скачок нагрузки присутствует только в k -ом второстепенном измерителе из общего числа второстепенных измерителей, а в других второстепенных измерителях присутствует гладкое колебание нагрузки, вычисление выполняют тогда, когда сумма разниц нагрузки других второстепенных измерителей близка к 0. По-

скольку $\sum_{i=1, i \neq k}^n \Delta P_{\text{измеренная для } i}$ близка к 0, то $\sum_{i=1, i \neq k}^n \varepsilon_{\Delta P_i}$ ближе к 0. Следовательно, указанная выше формула преобразуется в следующую формулу:

$$\varepsilon_{\Delta P_{\text{главного}}} - \varepsilon_{\Delta P_k} = \Delta P_{\text{измеренная для главного}} - \Delta P_{\text{измеренная для } k}$$

Здесь $\varepsilon_{\Delta P_{\text{главного}}} - \varepsilon_{\Delta P_k}$ определяется, как значение отклонения погрешности между главным измерителем и k -м второстепенным измерителем, а $(\varepsilon_{\Delta P_{\text{главного}}} - \varepsilon_{\Delta P_k}) / \Delta P_{\text{измеренная для главного}}$ представляет собой степень отклонения погрешности k -ого второстепенного измерителя относительно главного измерителя. Таким образом, когда в области измерения присутствует один скачок нагрузки, степень отклонения погрешности вычисляют следующим образом:

$$(\varepsilon_{\Delta P_{\text{главного}}} - \varepsilon_{\Delta P_k}) / \Delta P_{\text{измеренная для главного}} = (\Delta P_{\text{измеренная для главного}} - \Delta P_{\text{измеренная для } k}) / \Delta P_{\text{измеренная для главного}} \quad (3)$$

Следует понимать, что этап S4, в частности, включает анализ статистических данных. Если степени отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя похожи и допустимы, то определяют, что погрешность всей области измерения является нормальной. Если степени отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя похожи, но являются большими, то определяют, что погрешность главного измерителя является большой. Если степень отклонения погрешности отдельного второстепенного измерителя относительно главного измерителя большая, но степени отклонения погрешности других второстепенных измерителей относительно главного измерителя похожи, то погрешность второстепенного измерителя с большой степенью отклонения определяют, как большую.

В частности, то, является ли степень отклонения погрешности допустимой, определяют на основе точности главного измерителя и второстепенного измерителя. Например, если точность главного измерителя и второстепенного измерителя составляет 1%, то степень отклонения от -2% до +2% может счи-

таться допустимой. Конкретный диапазон может быть задан на основе текущих потребностей в точности и здесь конкретно не ограничен. Кроме того, то, близки ли степени отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя, определяют на основе разниц между степенями отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя. Например, если все разницы между степенями отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя находятся в пределах заранее заданного диапазона, то степени отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя считают близкими. Если степень отклонения погрешности второстепенного измерителя относительно главного измерителя превышает заранее заданный диапазон, то степень отклонения погрешности второстепенного измерителя относительно главного измерителя считают большой. Конкретное значение заранее заданного диапазона задают на основе текущих потребностей. Статистические данные анализируют для того, чтобы состояние погрешности всей области измерения, состояние погрешности одного второстепенного измерителя и состояние погрешности главного измерителя могли быть достоверно определены.

Следует понимать, что, предпочтительно, способ анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки дополнительно включает следующий этап.

Этап S5: выполняют непрерывное измерение нагрузки в режиме реального времени в области измерения. В случае одного скачка нагрузки, вычисляют степень отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя. Если между последующей вычисленной степенью отклонения погрешности и степенью отклонения погрешности, полученной с помощью статистических данных, имеется большая разница и эта разница впоследствии не пропадает, то определяют, что второстепенный измеритель со скачком неисправен. Если разница впоследствии пропадает, то определяют, что присутствует погрешность, обусловленная фактором временного воздействия.

На этапе S5 выполняют непрерывное измерение нагрузки в режиме реального времени в области измерения для того, чтобы можно было достоверно выявить причину погрешности каждого второстепенного измерителя со скачком с целью принятия соответствующей меры по снижению погрешности.

Как показано на фиг. 3, в другом варианте реализации настоящего изобретения представлена система для анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки. Предпочтительно, в системе применяется описанный выше способ анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, и она содержит

блок измерения данных, выполненный с возможностью измерения нагрузки главного измерителя и второстепенных измерителей в области измерения с получением массива данных о нагрузке;

блок обработки данных, выполненный с возможностью определения того, присутствует ли один скачок нагрузки в области измерения, вычисления степени отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя при определении того, что один скачок нагрузки присутствует в области измерения, и формирования статистических данных о степенях отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя; и

блок анализа погрешности, выполненный с возможностью осуществления анализа погрешности в области измерения на основе статистических данных.

Следует понимать, что массив данных о нагрузке хранится и обрабатывается в облачном сервере, а анализ погрешности может выполняться в облачном сервере или на локальном компьютере после выполнения входа в облачный сервер через локальный компьютер.

Следует понимать, что, предпочтительно, блок измерения данных дополнительно выполнен с возможностью осуществления непрерывного измерения нагрузки в области измерения в режиме реального времени; и

блок анализа погрешности дополнительно выполнен с возможностью сравнения последующей вычисленной степенью отклонения погрешности и степени отклонения погрешности, полученной с помощью статистических данных. Если между последующей вычисленной степенью отклонения погрешности и степенью отклонения погрешности, полученной с помощью статистических данных, имеется большая разница и эта разница впоследствии не пропадает, то определяют, что второстепенный измеритель со скачком неисправен. Если разница впоследствии пропадает, то определяют, что присутствует погрешность, обусловленная фактором временного воздействия.

Кроме того, конкретные процессы, выполняемые блоком измерения данных, блоком обработки данных и блоком анализа погрешности, были описаны, соответственно, в представленном выше варианте реализации способа, так что они не будут подробно описаны здесь повторно.

Согласно системе для анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, представленной в данном варианте реализации, нагрузку главного измерителя и второстепенных измерителей измеряют с высокой плотностью в области измерения в течение длительного времени с получением массива данных о нагрузке. После этого, на основе одного скачка нагрузки получают разницу измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка, а также разницу измеренной нагрузки второстепенного измерителя со скачком до и после скачка. Степень отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя определяют уникальным образом. После получения статистических данных о степенях отклонения погрешности всех второстепенных измерителей

относительно главного измерителя выполняют анализ погрешности во всей области измерения на основе статистических данных таким образом, чтобы можно было точно оценить общее состояние погрешности области измерения, состояние погрешности главного измерителя и состояние погрешности каждого из второстепенных измерителей. Этот способ заслуживает широкое распространение. Кроме того, степень отклонения погрешности вычисляют на основе разницы измеренной нагрузки до и после скачка. Временной интервал до и после скачка является очень коротким, при этом рабочая среда и рабочее состояние измерителя в основном остаются неизменными, что предотвращает влияние погрешности, обусловленной фактором воздействия, на результат вычисления, делает результат вычисления более точным и обеспечивает точность последующего анализа погрешности.

В настоящем изобретении также представлен читаемый компьютером носитель информации, выполненный с возможностью хранения компьютерной программы для анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, при этом компьютерная программа запущена на компьютере для реализации описанного выше способа анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки.

В целом, читаемый компьютером носитель информации может принимать следующую форму: дискета, гибкий диск, жесткий диск, магнитная лента, любой другой тип магнитного носителя, CD-ROM, любой другой тип оптического носителя, перфокарта, бумажная лента, любой другой тип физического носителя с паттерном отверстий, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), программируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ), стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство (СППЗУ), стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство на флэш-накопителе (ФЛЭШ-СППЗУ), любой другой тип чипа или картриджа памяти или любой другой тип носителя, который может быть прочтен компьютером. Инструкция также может быть передана или принята средой передачи. Среда передачи может включать в себя любую материальную или нематериальную среду. Среда передачи может использоваться для хранения, кодирования или переноса инструкции, подлежащей исполнению устройством, и включает в себя цифровой или аналоговый сигнал связи или нематериальную среду, которая способствует связи с указанной выше инструкцией. Среда передачи включает в себя коаксиальный кабель, медный кабель и оптическое волокно, а также проводящий кабель шины, используемой для передачи компьютерного сигнала данных.

В представленном выше описании описаны лишь предпочтительные варианты реализации настоящего изобретения, и оно не предназначено для ограничения настоящего изобретения, при этом специалистом в данной области техники могут быть выполнены различные изменения и модификации настоящего изобретения. Любые модификации, эквивалентные замены, улучшения и т.п., выполненные в рамках сущности и замысла настоящего изобретения, следует трактовать, как входящие в объем защиты настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ анализа погрешности области измерения на основе одного скачка нагрузки, включающий следующие этапы, на которых:

этап S1: измеряют нагрузки главного измерителя и второстепенных измерителей в области измерения с получением массива данных о нагрузке;

этап S2: при определении того, что в области измерения присутствует один скачок нагрузки, получают разницу измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка, а также разницу измеренной нагрузки второстепенного измерителя со скачком до и после скачка и вычисляют степень отклонения погрешности во второстепенном измерителе со скачком относительно главного измерителя на основе разницы измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка, а также разницы измеренной нагрузки второстепенного измерителя со скачком до и после скачка;

этап S3: повторяют этап S2 до тех пор, пока не сформируются статистические данные степеней отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя; и

этап S4: выполняют анализ погрешности в области измерения на основе статистических данных.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что этап S4, в частности, включает этапы, на которых анализируют статистические данные; и если степени отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя похожи и допустимы, то определяют, что погрешность всей области измерения является нормальной; если степени отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя похожи, но большие, то определяют, что погрешность главного измерителя является большой; или если степень отклонения погрешности отдельного второстепенного измерителя относительно главного измерителя является большой, но степени отклонения погрешности других второстепенных измерителей относительно главного измерителя похожи, то определяют, что погрешность второстепенного измерителя с большой степенью отклонения является большой.

3. Способ по п.2, дополнительно включающий следующий этап, на котором:

этап S5: выполняют непрерывное измерение нагрузки в режиме реального времени в области изме-

рения; в случае одного скачка нагрузки, вычисляют степень отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя; если между последующей вычисленной степенью отклонения погрешности и степенью отклонения погрешности, полученной с помощью статистических данных, имеется большая разница и эта разница впоследствии не пропадает, то определяют, что второстепенный измеритель со скачком неисправен; а если разница впоследствии пропадает, то определяют, что присутствует погрешность, обусловленная фактором временного воздействия.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что на этапе S2 степень отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя вычисляют согласно следующей формуле:

$$(\varepsilon_{\Delta P \text{ главного}} - \varepsilon_{\Delta P k}) / \Delta P_{\text{измеренная для главного}} = (\Delta P_{\text{измеренная для главного}} - \Delta P_{\text{измеренная для k}}) / \Delta P_{\text{измеренная для главного}}$$

где $(\varepsilon_{\Delta P \text{ главного}} - \varepsilon_{\Delta P k})$ определяют как значение отклонения погрешности между главным измерителем и второстепенным измерителем k со скачком, $(\varepsilon_{\Delta P \text{ главного}} - \varepsilon_{\Delta P k}) / \Delta P_{\text{измеренная для главного}}$ определяют как степень отклонения погрешности второстепенного измерителя k со скачком относительно главного измерителя, $\Delta P_{\text{измеренная для главного}}$ представляет собой разницу измеренной нагрузки главного измерителя до и после скачка, $\Delta P_{\text{измеренная для k}}$ представляет собой разницу измеренной нагрузки второстепенного измерителя k со скачком до и после скачка, при этом вычисление выполняют тогда, когда сумма разниц нагрузки других второстепенных измерителей близка к нулю.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что область измерений представляет собой измерительный короб, отвод или всю область трансформатора.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что на этапе S2 определяют то, присутствует ли один скачок нагрузки в области измерения, на основе следующих этапов, на которых:

этап S21: сравнивают значение изменения нагрузки каждого из второстепенных измерителей с заранее заданным пороговым значением выраженного скачка нагрузки и заранее заданным пороговым значением нагрузки при гладких колебаниях; если значение изменения нагрузки второстепенного измерителя больше или равняется заранее заданному пороговому значению выраженного скачка нагрузки, то определяют, что во второстепенном измерителе присутствует скачок нагрузки; а если значение изменения нагрузки второстепенного измерителя меньше заранее заданного порогового значения нагрузки при гладких колебаниях, то определяют, что присутствует гладкое колебание нагрузки второстепенного измерителя; и

этап S22: собирают статистические данные состояния изменения нагрузки каждого из второстепенных измерителей в один и тот же момент, и если скачок нагрузки присутствует только в одном второстепенном измерителе, а в других второстепенных измерителях присутствует плавное колебание нагрузок, то определяют, что один скачок нагрузки присутствует в области измерения; в противном случае определяют, что один скачок нагрузки в области измерения отсутствует.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что на этапе S1 данные о нагрузке главного измерителя и второстепенных измерителей получают посредством считывания в окне, данные о нагрузке во множестве моментов времени получают в одном временном окне, и если присутствует гладкое колебание множества фрагментов данных о нагрузке во временном окне, то значение сглаживания используют в качестве данных о нагрузке; или если между множеством фрагментов данных о нагрузке во временном окне присутствует скачок, то данные о нагрузке в окне отбрасывают.

8. Система, реализующая способ по п.1, содержащая

блок измерения данных, выполненный с возможностью измерения нагрузок главного измерителя и второстепенных измерителей в области измерения с получением массива данных о нагрузке;

блок обработки данных, выполненный с возможностью определения того, присутствует ли один скачок нагрузки в области измерения, вычисления степени отклонения погрешности второстепенного измерителя со скачком относительно главного измерителя при определении того, что один скачок нагрузки присутствует в области измерения, и формирования статистических данных о степенях отклонения погрешности всех второстепенных измерителей относительно главного измерителя; и

блок анализа погрешности, выполненный с возможностью осуществления анализа погрешности в области измерения на основе статистических данных.

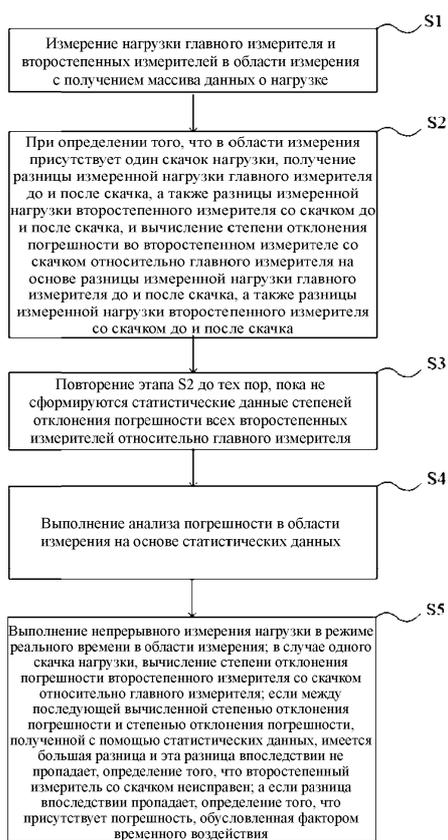
9. Система по п.8, отличающаяся тем, что

блок измерения данных дополнительно выполнен с возможностью осуществления непрерывного измерения нагрузки в области измерения в режиме реального времени; и

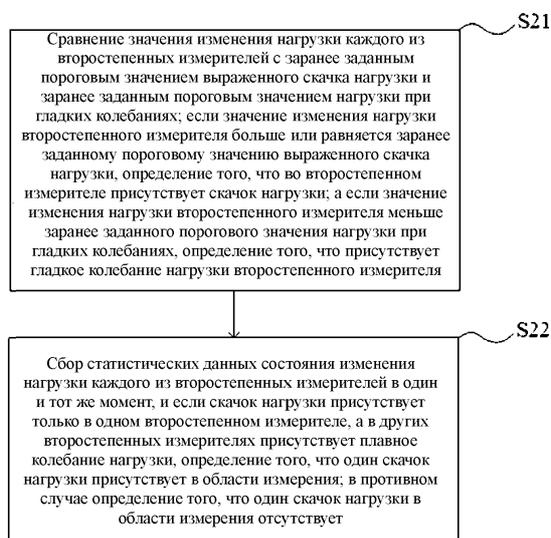
блок анализа погрешности дополнительно выполнен с возможностью сравнения последующей вычисленной степени отклонения погрешности и степени отклонения погрешности, полученной с помощью статистических данных; определения того, что второстепенный измеритель со скачком неисправен, если между последующей вычисленной степенью отклонения погрешности и степенью отклонения погрешности, полученной с помощью статистических данных, присутствует большая разница и эта разница впоследствии не пропадает; и определения того, что присутствует погрешность, обусловленная фактором временного воздействия, если разница впоследствии пропадает.

10. Читаемый компьютером носитель информации, содержащий компьютерную программу, обес-

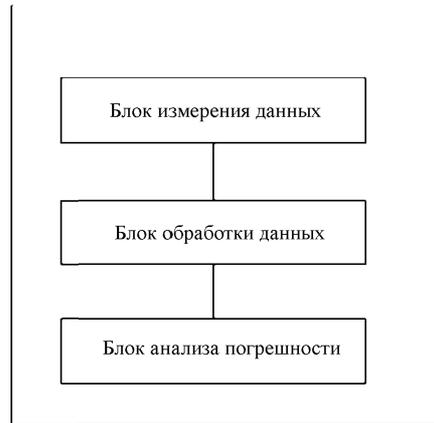
печивающую выполнение операций способа по п. 1.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

