

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033993**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.12.17

(51) Int. Cl. **G01D 18/00** (2006.01)
G06F 7/02 (2006.01)

(21) Номер заявки
201890103

(22) Дата подачи заявки
2015.06.19

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ КАЛИБРОВКИ

(43) **2018.07.31**

(86) **РСТ/RU2015/000378**

(87) **WO 2016/204643 2016.12.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**АВТНОМНАЯ
НЕКОММЕРЧЕСКАЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "СКОЛКОВСКИЙ
ИНСТИТУТ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ" (RU)**

(72) Изобретатель:

**Кирсанов Дмитрий Олегович, Панчук
Виталий Владимирович, Хайдукова
Мария Михайловна, Легин Андрей
Владимирович (RU)**

(74) Представитель:

Нилова М.И. (RU)

(56) US-A-4866644
RU-C1-2266523
US-A-5459677
RU-C1-2117932
RU-U1-51729

(57) Изобретение относится к системе калибровки, содержащей эталонное измерительное устройство для получения эталонных откликов путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов; целевое измерительное устройство для получения целевых откликов путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и для получения полевых откликов путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов; вычислительное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству для приема эталонных откликов и к целевому измерительному устройству для приема целевых откликов и полевых откликов; при этом вычислительное устройство выполнено с возможностью осуществления разложения принятых эталонных откликов в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы счетов и эталонной матрицы нагрузок, изменения полученной эталонной матрицы счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов, определения целевой матрицы нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием полученных целевых откликов и измененной эталонной матрицы счетов, определения полевой матрицы счетов в соответствии с LVD-методом с использованием полученных полевых откликов и определенной целевой матрицы нагрузок и определения скорректированных полевых откликов в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы счетов и полученной эталонной матрицы нагрузок.

B1

033993

033993

B1

Область техники

Изобретение в целом относится к системам и способам калибровки, в частности к системам и способам калибровки измерительного устройства с использованием метода разложения с помощью скрытых переменных (LVD-метода).

Уровень техники

В уровне техники для анализа образцов с целью определения их одного или более параметров обычно используют измерительные устройства различных типов. Однако отклики измерительных устройств могут представлять собой только сигналы (например, напряжения или токи) в качестве выходных данных, а не отчеты с параметрами анализируемых образцов. Таким образом, необходимо установить взаимозависимость, которая связывает отклики измерительных устройств с определяемыми параметрами, прежде чем одно из измерительных устройств может быть использовано для фактического анализа образцов. Процесс построения модели для прогнозирования параметров образца на основе откликов измерительного устройства называют калибровкой. Примером калибровочной модели является обычная калибровочная кривая. Как правило, для калибровки измерительного устройства отклик измерительного устройства должен быть получен для каждого образца из набора стандартных образцов, характеризующихся одним или более известными параметрами. После создания калибровочной модели измерительного устройства параметры неизвестного образца (т.е. образца, параметры которого заранее неизвестны) можно оценить с помощью полученной калибровочной модели с использованием отклика измерительного устройства, полученного при проведении измерений измерительным устройством в отношении неизвестного образца. Между тем, следует отметить, что процесс калибровки занимает много времени и требует больших затрат вследствие высокой стоимости стандартных образцов, используемых для калибровки.

Таким образом, если одно измерительное устройство было откалибровано для определения некоторого параметра образцов, это означает, что существует математическая зависимость между измеренным аналитическим сигналом, выданным измерительным устройством для образца, и значением некоторого параметра (например, концентрацией конкретного химического соединения) для указанного образца. Как правило, эта математическая зависимость не может быть использована непосредственно в отношении другого измерительного устройства или других измерительных устройств вследствие различия их аналитических сигналов, т.е. для того же самого образца второе измерительное устройство будет выдавать другой аналитический сигнал, а математическая зависимость между аналитическим сигналом второго измерительного устройства и искомыми параметрами будут несколько отличаться для второго измерительного устройства. Для использования этого второго измерительного устройства для анализа того же самого параметра будет необходимо заново осуществить процесс калибровки и, следовательно, найти новую математическую зависимость.

В данной области техники значительные усилия были направлены на обеспечение возможности переноса полученной калибровочной модели между измерительными устройствами, о чем свидетельствует приведенное ниже описание уровня техники.

В частности, в патенте США № 5459677 раскрыт способ построения многомерной модели прогнозирования для прогнозирования свойства образца с использованием целевого спектрометра частично на основании данных, измеренных эталонным спектрометром, при этом этот способ включает получение данных о свойстве путем измерения указанного свойства для каждого из множества калибровочных образцов; получение отклика эталонного спектрометра для каждого калибровочного образца путем проведения множества измерений с использованием эталонного спектрометра; получение отклика целевого спектрометра для каждого образца переноса в подмножестве из указанных калибровочных образцов путем проведения множества измерений с использованием целевого спектрометра; получение оценок откликов целевого спектрометра для калибровочных образцов с использованием откликов эталонных спектрометров для калибровочных образцов, откликов целевых спектрометров для переносных образцов и данных о свойствах; и построение многомерной модели прогнозирования для целевого спектрометра путем сочетания оценок откликов целевого спектрометра для калибровочных образцов с данными о свойствах.

Кроме того, в патенте США № 4866644 раскрыта оптическая измерительная система, содержащая контрольно-измерительный оптический прибор, содержащий средство для проведения оптических измерений в отношении испытываемых образцов для разных длин волн во всем спектре, полевой оптический прибор, содержащий средство для проведения оптических измерений в отношении испытываемых образцов во всем спектре, компьютер, подключенный к полевому прибору для приема измеренных значений, полученных с помощью полевого прибора, и содержащий средство для выполнения арифметических операций в отношении измеренных значений, принятых от полевого прибора для данного испытываемого образца, для преобразования указанных значений в набор калибровочных значений, которые, по существу, идентичны измеренным значениям, которые могли бы быть получены для данного испытываемого образца с помощью контрольно-измерительного прибора, при этом оптические приборы индексируют для проведения оптических измерений для различных длин волн в индексных точках, распределенных с заданным шагом по всему спектру, компьютер содержит средство для задания индексных местоположений на полевом приборе, взаимно-однозначно соответствующих индексным точкам на кон-

трольном приборе, полевой прибор выдает выходные данные для каждого из индексных местоположений для той же самой длины волны, на которую контрольный инструмент реагирует в соответствующей индексной точке, а компьютер содержит средство для сохранения множества поправочных коэффициентов, взаимно-однозначно соответствующих индексным местоположениям, и дополнительно содержит средство для корректировки фотометрического значения, определенного для каждого из указанных индексных местоположений в соответствии с поправочными коэффициентами, сохраненными в компьютере для соответствующего индексного местоположения.

Как следует из вышеприведенного описания технических решений, раскрытых в патентах США № 4866644 и 4866444, они могут быть использованы исключительно для переноса калибровочной модели между двумя измерительными устройствами, имеющими один и тот же тип или одну и ту же модель (например, оба измерительных устройства представляют собой УФ-спектрометры, спектрометры ближней ИК-области (NIR-спектрометры) или некоторые оптические измерительные приборы). Следует отметить, что измерения с помощью каждого из двух измерительных устройств следует проводить в отношении одного и того же набора стандартных образцов.

Таким образом, каждое из вышеописанных технических решений из уровня техники имеет существенные недостатки, а именно ни одно из них не может быть использовано для переноса калибровочных моделей между измерительными устройствами различных типов, т.е. вне независимости от характера аналитических сигналов, выдаваемых измерительными устройствами, и количества переменных в полученных наборах данных. Кроме того, оба измерительных устройства калибруют с использованием одного и того же набора стандартных образцов (это имеет важное значение в случаях, в которых стандартные образцы, используемые для калибровки, являются уникальными, дорогостоящими и труднодоступными на протяжении ограниченного периода времени, в течение которого выполняют калибровку).

Таким образом, ввиду вышеописанных недостатков известных систем калибровки техническая проблема, которая должна быть решена в известном уровне техники, заключается в объективной необходимости переноса калибровочной модели, полученной для первого измерительного устройства, на второе измерительное устройство, имеющее модель, отличную от модели первого измерительного устройства (например, другое количество измерительных каналов (переменных, длин волн), и в отсутствие необходимости в калибровке второго измерительного устройства с использованием всего набора стандартных образцов, задействованного для калибровки первого измерительного устройства.

Сущность изобретения

Задача изобретения состоит в создании усовершенствованных способов и систем калибровки, которые позволяют решить вышеописанную объективную техническую проблему известных систем калибровки.

Для решения поставленной задачи, которая изложена и в общих чертах описана в настоящем документе, в одном из аспектов настоящего изобретения предложена система калибровки, содержащая: эталонное измерительное устройство для получения эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов; целевое измерительное устройство для получения целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и для получения полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов; вычислительное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству для приема эталонных откликов (X_1) и к целевому измерительному устройству для приема целевых откликов (X_2) и полевых откликов (X_{field}); при этом вычислительное устройство выполнено с возможностью: осуществления разложения принятых эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок, изменения полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов, определения целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием полученных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов, определения полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием полученных полевых откликов (X_{field}) и определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и определения скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

Еще в одном аспекте настоящего изобретения предложена система калибровки, содержащая эталонное измерительное устройство для получения эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов; целевое измерительное устройство для получения целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и для получения полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов; вычислительное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству для приема эталонных откликов и к целевому измерительному устройству для приема целевых откликов; при этом вычислительное устройство выполнено с возможностью: осуществления разложения принятых эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скры-

тых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок, изменения полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов, определения целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием полученных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов; вычислительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок на целевое измерительное устройство; целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью: определения полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием переданных полевых откликов (X_{field}) и полученной целевой матрицы (P_2) нагрузок и определения скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и переданной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

Еще в одном аспекте настоящего изобретения предложена система калибровки, содержащая эталонное измерительное устройство для получения эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов; целевое измерительное устройство для получения целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и для получения полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов; вычислительное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству для приема эталонных откликов (X_1) и к целевому измерительному устройству для приема целевых откликов (X_2); при этом вычислительное устройство выполнено с возможностью осуществления разложения принятых эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок, изменения полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов, определения целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием полученных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов; вычислительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок на эталонное измерительное устройство; целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью передачи полученных полевых откликов (X_{field}) на эталонное измерительное устройство; эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью: определения полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием переданных полевых откликов (X_{field}) и переданной целевой матрицы (P_2) нагрузок и определения скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и переданной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

Для решения поставленной задачи, которая изложена и в общих чертах описана в настоящем документе, в одном из аспектов настоящего изобретения предложен способ калибровки, который включает получение, посредством эталонного измерительного устройства, эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов; получение посредством целевого измерительного устройства целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов; передачу посредством эталонного измерительного устройства полученных эталонных откликов (X_1) и передачу посредством целевого измерительного устройства полученных целевых откликов (X_2) и полученных полевых откликов (X_{field}) на вычислительное устройство; разложение посредством вычислительного устройства переданных эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок; изменение, посредством вычислительного устройства, полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов; определение посредством вычислительного устройства целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием переданных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов; определение посредством вычислительного устройства полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием переданных полевых откликов и определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок; определение посредством вычислительного устройства скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

Кроме того, для решения поставленной задачи, которая изложена и в общих чертах описана в настоящем документе, в одном из аспектов настоящего изобретения обеспечивают не кратковременный компьютерочитаемый носитель, на котором сохранены фрагменты компьютерочитаемого программного кода, исполнение которых обрабатывающим устройством вызывает выполнение устройством, по мень-

шей мере, этапов вышеописанного способа калибровки.

Еще в одном аспекте настоящего изобретения предложен способ калибровки, который включает получение, посредством эталонного измерительного устройства, эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов; получение посредством целевого измерительного устройства целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов; передачу посредством эталонного измерительного устройства полученных эталонных откликов (X_1) и передачу посредством целевого измерительного устройства полученных целевых откликов (X_2) на вычислительное устройство; разложение посредством вычислительного устройства переданных эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок; изменение посредством вычислительного устройства полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов; определение посредством вычислительного устройства целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием переданных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов; передачу посредством вычислительного устройства определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок на целевое измерительное устройство; определение посредством целевого измерительного устройства полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием полученных полевых откликов (X_{field}) и переданной целевой матрицы (P_2) нагрузок; и определение посредством целевого измерительного устройства скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и переданной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

Кроме того, для решения поставленной задачи, которая изложена и в общих чертах описана в настоящем документе, в одном аспекте настоящего изобретения обеспечивают некрatkовременный компьютерочитаемый носитель, на котором сохранены фрагменты компьютерочитаемого программного кода, исполнение которых обрабатывающим устройством вызывает выполнение устройством, по меньшей мере, этапов вышеописанного способа калибровки.

Еще в одном аспекте настоящего изобретения предложен способ калибровки, который включает получение, посредством эталонного измерительного устройства, эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов; получение посредством целевого измерительного устройства целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов; передачу, посредством эталонного измерительного устройства, полученных эталонных откликов (X_1) и передачу посредством целевого измерительного устройства полученных целевых откликов (X_2) на вычислительное устройство; разложение посредством вычислительного устройства переданных эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок; изменение посредством вычислительного устройства полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов; определение посредством вычислительного устройства целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием переданных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов; передачу посредством вычислительного устройства определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок на эталонное измерительное устройство; передачу посредством целевого измерительного устройства полученных полевых откликов (X_{field}) на эталонное измерительное устройство; определение, посредством эталонного измерительного устройства, полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием переданных полевых откликов (X_{field}) и переданной целевой матрицы (P_2) нагрузок; и определение, посредством эталонного измерительного устройства, скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и переданной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

Кроме того, для решения поставленной задачи, которая изложена и в общих чертах описана в настоящем документе, в одном аспекте настоящего изобретения обеспечивают некрatkовременный компьютерочитаемый носитель, на котором сохранены фрагменты компьютерочитаемого программного кода, исполнение которых обрабатывающим устройством вызывает выполнение устройством, по меньшей мере, этапов вышеописанного способа калибровки.

Таким образом, предложены варианты способов калибровки, систем калибровки, основанных на способе калибровки, и некрatkовременного компьютерочитаемого носителя, основанного на способах калибровки, подробно описанных выше, предназначены для решения по меньшей мере вышеупомянутой технической проблемы известных систем калибровки.

Вышеописанные конкретные способы и системы калибровки позволяют свести к минимуму трудозатраты на выполнение работ по калибровке любого измерительного устройства, а именно позволяют полностью переносить калибровочную модель, созданную для первого измерительного устройства, на второе измерительное устройство, характеризуемое другими аналитическими сигналами, другим количеством переменных в аналитических сигналах или и т.д. (например, калибровочная модель рентгеновского флуоресцентного спектрометра может быть перенесена на спектрометр ультрафиолетовой (УФ) и видимой областей спектра), путем выполнения метода разложения с помощью скрытых переменных (LVD-метода) для установки аналитического сигнала первого измерительного устройства к формату второго измерительного устройства, таким образом, обеспечивая использование калибровочной модели первого измерительного устройства с откликами, полученными вторым измерительным устройством, путем проведения измерений в отношении множества неизвестных образцов с тем, чтобы спрогнозировать параметры указанных неизвестных образцов.

Кроме того, предложенные технические решения позволяют использовать меньший калибровочный набор стандартных образцов (по сравнению с набором стандартных образцов, используемым для калибровки первого измерительного устройства), причем уменьшенный калибровочный набор для калибровки второго измерительного устройства является частью полного набора стандартных образцов первого измерительного устройства, что обуславливает уменьшение количества измерений, которые необходимо провести в отношении калибровочных образцов с помощью второго измерительного устройства для его калибровки. Кроме того, использование уменьшенного калибровочного набора стандартных образцов для калибровки второго измерительного устройства также позволяет уменьшить использование ресурсов второго измерительного устройства, например обрабатывающего устройства второго измерительного устройства, ресурсов ОЗУ и/или ПЗУ и других ресурсов второго измерительного устройства, поскольку для второго измерительного устройства требуется проведение меньшего количества измерений в отношении калибровочного набора стандартных образцов для получения его откликов и, следовательно, продлить период эксплуатации соответствующих элементов второго измерительного устройства.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения система калибровки дополнительно содержит электронное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству и выполненное с возможностью сохранения данных о параметрах, соответствующих параметрам стандартных образцов, и возможностью передачи сохраненных данных о параметрах на эталонное измерительное устройство; при этом вычислительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) на эталонное измерительное устройство; а эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели для эталонного измерительного устройства на основе переданных данных о параметрах и переданных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$).

В другом варианте осуществления настоящего изобретения эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью получения текущих откликов (X_{routine}) путем проведения измерений в отношении множества образцов и возможностью определения скорректированных текущих откликов ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели и полученных текущих откликов (X_{routine}).

Согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения система калибровки дополнительно содержит электронное устройство, подключенное к вычислительному устройству и выполненное с возможностью сохранения данных о параметрах, соответствующих параметрам стандартных образцов; при этом вычислительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) на электронное устройство; а электронное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели для эталонного измерительного устройства на основе переданных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) и сохраненных данных о параметрах.

Согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью получения текущих откликов (X_{routine}) путем проведения измерений в отношении множества образцов и возможностью передачи полученных текущих откликов (X_{routine}) на электронное устройство; а электронное устройство также выполнено с возможностью определения скорректированных эталонных откликов ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели и переданных текущих откликов (X_{routine}).

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения система калибровки дополнительно содержит электронное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству и выполненное с возможностью сохранения данных о параметрах, соответствующих параметрам стандартных образцов, и возможностью передачи сохраненных данных о параметрах на эталонное измерительное устройство; при этом целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) на эталонное измерительное устройство; а эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели для эталонного измерительного устройства на основе переданных данных о параметрах и переданных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$).

Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения эталонное измерительное

целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели для эталонного измерительного устройства на основе переданных данных о параметрах и переданных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$).

Согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью получения текущих откликов (X_{routine}) путем проведения измерений в отношении множества образцов и возможностью передачи полученных текущих откликов (X_{routine}) на целевое измерительное устройство; а целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью определения скорректированных текущих откликов ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели и переданных текущих откликов (X_{routine}).

Дополнительные признаки и преимущества изобретения будут частично изложены в нижеследующем описании и, кроме того, станут понятными из настоящего описания или могут быть выявлены при практической реализации настоящего изобретения. Вышеуказанные цели и другие преимущества настоящего изобретения могут быть реализованы и достигнуты с помощью вышеуказанных систем и способов калибровки, конкретно указанных в описании и формуле настоящего изобретения, а также показанных на прилагаемых чертежах.

Кроме того, следует понимать, что и вышеприведенное общее описание, и нижеследующее подробное описание являются лишь иллюстративными и пояснительными и не предназначены для ограничения описанного изобретения. Настоящее изобретение определяется прилагаемой формулой изобретения. В дополнение к признакам и/или вариантам, изложенным в настоящем документе, могут быть предложены дополнительные признаки и/или варианты. Например, настоящее изобретение может относиться к различным комбинациям и подкомбинациям раскрытых признаков и/или комбинациям и подкомбинациям нескольких дополнительных признаков, раскрытых ниже в подробном описании.

Краткое описание чертежей

Прилагаемые чертежи, которые включены в настоящую заявку и составляют ее часть, иллюстрируют различные варианты осуществления и аспекты настоящего изобретения и вместе с описанием служат для объяснения принципов настоящего изобретения. На чертежах

на фиг. 1 представлена блок-схема одного варианта осуществления системы калибровки, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 2 - блок-схема, иллюстрирующая другой вариант осуществления системы калибровки по фиг. 1, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 3 - блок-схема, иллюстрирующая другой вариант осуществления системы калибровки по фиг. 2, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 4 - блок-схема, иллюстрирующая другой вариант осуществления системы калибровки по фиг. 1, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 5 - блок-схема, иллюстрирующая другой вариант осуществления системы калибровки по фиг. 4, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 6 - блок-схема другого варианта осуществления системы калибровки, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 7 - блок-схема, иллюстрирующая один вариант осуществления системы калибровки по фиг. 6, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 8 - блок-схема, иллюстрирующая один вариант осуществления системы калибровки по фиг. 7, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 9 - блок-схема, иллюстрирующая другой вариант осуществления системы калибровки по фиг. 6, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 10 - блок-схема, иллюстрирующая один вариант осуществления системы калибровки по фиг. 9, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 11 - блок-схема, иллюстрирующая еще один вариант осуществления системы калибровки по фиг. 6, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 12 - блок-схема, иллюстрирующая один вариант осуществления системы калибровки по фиг. 11, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 13 - блок-схема еще одного варианта осуществления системы калибровки, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 14 - блок-схема, иллюстрирующая один вариант осуществления системы калибровки по фиг. 13, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 15 - блок-схема, иллюстрирующая один вариант осуществления системы калибровки по фиг. 14, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 16 - блок-схема, иллюстрирующая другой вариант осуществления системы калибровки по фиг. 13, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 17 - блок-схема, иллюстрирующая один вариант осуществления системы калибровки по фиг. 16, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 18 - блок-схема, иллюстрирующая еще один вариант осуществления системы калибровки по фиг. 13, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 19 - блок-схема, иллюстрирующая один вариант осуществления системы калибровки по фиг. 18, выполненной в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующей их;

на фиг. 20 - блок-схема, изображающая операции одного варианта осуществления способа калибровки, выполняемого в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующего их;

на фиг. 21 - блок-схема, изображающая операции другого варианта осуществления способа калибровки, выполняемого в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующего их;

на фиг. 22 - блок-схема, изображающая операции еще одного варианта осуществления способа калибровки, выполняемого в соответствии с принципами настоящего изобретения и реализующего их.

Осуществление изобретения

Далее приведено подробное описание вариантов осуществления настоящего изобретения, примеры которых проиллюстрированы на прилагаемых чертежах. Везде, где это возможно, одинаковые ссылочные позиции будут применены во всем описании для обозначения одинаковых или аналогичных деталей.

В контексте настоящего документа термин "эталонное" относится к измерительному устройству, калибровочная модель которого предназначена для передачи на другое измерительное устройство или другие измерительные устройства (т.е. указанное измерительное устройство в дальнейшем называют эталонным измерительным устройством), его конструктивным элементам, калибровочному набору стандартных образцов, используемых для получения калибровочной модели эталонного измерительного устройства, или к откликам (аналитическим сигналам), получаемым эталонным измерительным устройством в ходе измерений, проводимых в отношении калибровочного набора.

В данном документе термин "целевое" относится к измерительному устройству, для которого необходимо создать калибровочную модель, полученную для другого измерительного устройства и фактически переданную из него на это измерительное устройство (т.е. указанное измерительное устройство в дальнейшем называют целевым измерительным устройством), его конструктивным элементам, калибровочному набору стандартных образцов, используемых для получения откликов (аналитических сигналов) в ходе измерений, проводимых целевым измерительным устройством в отношении калибровочного набора, или к указанным откликам.

В документе термин "полевой" относится к образцам, характеризуемым одним или более неизвестными параметрами, подлежащими оценке или прогнозированию целевым измерительным устройством на основе калибровочной модели, переданной от эталонного измерительного устройства (т.е. указанные образцы в дальнейшем называют полевыми образцами), или к откликам, полученным целевым измерительным устройством путем проведения измерений в отношении полевых образцов и корректируемым на основе калибровочной модели, переданной от эталонного измерительного устройства.

В данном документе термин "текущий" относится к откликам, полученным эталонным измерительным устройством путем проведения измерений в отношении образцов, характеризуемых одним или более неизвестными параметрами.

На фиг. 1 показана система калибровки согласно одному из вариантов осуществления изобретения. Система калибровки, показанная на фиг. 1, содержит эталонное измерительное устройство (1), целевое измерительное устройство (2) и вычислительное устройство (3), соединенное с эталонным измерительным устройством (1) и целевым измерительным устройством (2). С помощью эталонного измерительного устройства (1) проводят измерения в отношении множества стандартных образцов, характеризуемых одним или более известных параметров (эталонного калибровочного набора стандартных образцов), для получения эталонных откликов. С помощью целевого измерительного устройства (2) проводят измерения в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов, характеризуемых одним или более известных параметров (целевого калибровочного набора стандартных образцов), используемых в эталонном измерительном устройстве (1) для получения целевых откликов. Между тем, также следует отметить, что целевой калибровочный набор стандартных образцов является частью эталонного калибровочного набора стандартных образцов, при этом стандартные образцы из целевого калибровочного набора совпадают с некоторыми стандартными образцами из эталонного калибровочного набора.

Следует отметить, что эталонное измерительное устройство (1) и целевое измерительное устройство (2) отличаются друг от друга, например они могут быть реализованы соответственно в виде рентгеновского флуоресцентного спектрометра, работа которого основана на зависимости интенсивности излучения при заданной длине волны от концентраций элементов в образце, и спектрометра ультрафиолетовой (УФ) и видимой областей спектра, работа которого основана на зависимости интенсивности света при заданной длине волны от концентраций элементов в образце, и могут содержать различное количество измерительных каналов (переменных в аналитических сигналах или длин волн в спектрах).

Эталонное измерительное устройство (1) содержит эталонный приемопередающий блок (не показан), содержащий по меньшей мере один эталонный передатчик для передачи полученных эталонных откликов и по меньшей мере один эталонный приемник для приема данных от других устройств, подключенных к эталонному измерительному устройству (1), а целевое измерительное устройство (2) содержит целевой приемопередающий блок (не показан), содержащий по меньшей мере один целевой передатчик для передачи полученных целевых откликов и по меньшей мере один целевой приемник для приема данных от других устройств, подключенных к целевому измерительному устройству (1).

Вычислительное устройство (3) в системе калибровки, показанной на фиг. 1, содержит приемопередающий блок вычислительного устройства (не показан), содержащий по меньшей мере один приемник вычислительного устройства для приема передаваемых эталонных откликов и передаваемых целевых откликов соответственно от эталонного измерительного устройства (1) и целевого измерительного устройства (2) и по меньшей мере один передатчик вычислительного устройства для передачи от данных с него на другие устройства, подключенные к вычислительному устройству (3).

Вычислительное устройство (3) в системе калибровки по фиг. 1 дополнительно содержит обрабатывающий блок вычислительного устройства (не показан), который содержит по меньшей мере один процессор вычислительного устройства и который подключен к приемопередающему блоку вычислительного устройства (не показан) для получения принятых эталонных откликов и принятых целевых откликов. Обрабатывающий блок вычислительного устройства создает матрицу (X_1) эталонных данных на основе полученных эталонных откликов, причем количество строк в матрице (X_1) эталонных данных соответствует количеству стандартных образцов в эталонном калибровочном наборе, а количество столбцов в матрице (X_1) эталонных данных соответствует количеству измерительных каналов, количеству переменных в аналитическом сигнале, длин волн в спектрах или т.д. в эталонном измерительном устройстве (1). Обрабатывающий блок вычислительного устройства создает матрицу (X_2) целевых данных на основе полученных целевых откликов, причем количество строк в матрице (X_2) целевых данных соответствует количеству стандартных образцов в целевом калибровочном наборе, а количество столбцов в матрице (X_2) целевых данных соответствует количеству измерительных каналов, количеству переменных в аналитическом сигнале, длин волн в спектрах или т.д. в целевом измерительном устройстве (2). Как правило, количество строк в матрице (X_2) целевых данных меньше количества строк в матрице (X_1) эталонных данных из-за вышеописанных различий в количестве стандартных образцов, из которых формируют соответствующие калибровочные наборы, причем некоторые строки в матрицах (X_1 и X_2) данных создают для одних и тех же стандартных образцов. Кроме того, из-за различий в характеристиках между эталонным измерительным устройством (1) и целевым измерительным устройством (2), которые описаны выше, количество столбцов в матрице (X_1) эталонных данных не соответствует количеству столбцов в матрице (X_2) целевых данных.

Основная идея вариантов осуществления настоящего изобретения заключается в том, что можно обрабатывать измеренные аналитические сигналы, выданные эталонным измерительным устройством (1) и целевым измерительным устройством (2), в пространстве скрытых переменных, полученном в результате использования метода разложения с помощью скрытых переменных (LVD-метода) в отношении полученных матриц (X_1 и X_2) данных, что позволяет снять ограничения, касающиеся одинаковой размерности аналитических сигналов для различных измерительных устройств, и, следовательно, теперь не нужно обеспечивать одинаковое количество переменных (измерительные каналы, длины волн в спектрах или т.д.) для передачи калибровочной модели между измерительными устройствами, относящимися к разным моделям и/или характеризующимися различными характеристиками.

Метод разложения с помощью скрытых переменных (LVD-метод) является общим названием для группы таких математических и статистических способов, как метод главных компонент (PCA-метод), метод проекции на латентные структуры (PLS-метод) и т.д., которые могут быть использованы для создания моделей прогнозирования. PCA-метод является наиболее предпочтительным для реализации основной идеи вариантов осуществления настоящего изобретения и используется для объяснения основных принципов работы системы калибровки по фиг. 1, как описано ниже. Следует отметить, что полное описание PCA-метода, а также PLS-метода и других методов, образующих группу методов, известных как метод разложения с помощью скрытых переменных (LVD-метод), широко доступно и может быть найдено в различных общедоступных источниках из уровня техники и, таким образом, в целях краткости изложения не будет приведено ниже.

Как правило, PCA-метод представляет собой статистический метод, в котором используют ортогональное преобразование для преобразования набора результатов наблюдений возможных коррелированных переменных в набор значений линейно некоррелированных переменных, которые называют основными компонентами. Количество основных компонентов меньше или равно количеству исходных переменных. Это преобразование определяется таким образом, что первый основной компонент имеет наибольшую возможную дисперсию (т.е. учитывает максимально возможную изменчивость данных), а каждый последующий компонент, в свою очередь, имеет наибольшую дисперсию, возможную при условии его ортогональности (т.е. некоррелированности) относительно предыдущих компонентов. Основные компоненты ортогональны, поскольку они являются собственными векторами ковариационной матрицы, которая является симметричной. Таким образом, PCA-метод может быть выполнен путем разложения по собственным значениям ковариационной (или корреляционной) матрицы данных или разложения по сингулярным значениям матрицы данных, обычно после срединного центрирования (и нормализации или использования Z-показателей) матрицы данных для каждого атрибута. Результаты PCA-метода обычно представлены в форме показателей компонентов, называемых показателями фактора (значения преобразованной переменной, соответствующие конкретной точке данных) и нагрузками (вес, на который каждая стандартизованная исходная переменная должна быть умножена для получения показателя

компонента).

После выполнения PCA-метода обрабатывающий блок вычислительного устройства (3) преобразует формат данных измерений, выданных эталонным измерительным устройством (1), в формат данных измерений, получаемых целевым измерительным устройством (2), следующим образом.

Обрабатывающий блок (не показан) вычислительного устройства (3) разлагает созданную эталонную матрицу (X_1) данных в соответствии с методом главных компонент (PCA-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок, т.е. эталонную матрицу (X_1) данных можно выразить как

$$X_1 = T_1 \cdot P_1^t$$

(т.е. матрица X_1 равна произведению матрицы T_1 и транспонированной матрицы P_1), где эталонная матрица (T_1) счетов представляет стандартные образцы из эталонного калибровочного набора, в частности представляет собой проекции стандартных образцов из эталонного калибровочного набора в подпространство основных компонент, а эталонная матрица (P_1) нагрузок представляет полученные эталонные отклики, в частности представляет собой матрицу перехода от исходного пространства, преобразованного в пространство основных компонент.

Кроме того, обрабатывающий блок вычислительного устройства (3) изменяет полученную эталонную матрицу (T_1) счетов путем удаления из нее строк, соответствующих стандартным образцам из эталонного калибровочного набора, которые не соответствуют стандартным образцам из целевого калибровочного набора, что обеспечивает создание измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов, в которой общее количество строк уменьшено с обеспечением соответствия количеству стандартных образцов в целевом калибровочном наборе для эталонного измерительного устройства (1).

Кроме того, обрабатывающий блок вычислительного устройства (3) определяет целевую матрицу (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с PCA-методом с использованием полученных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов. Таким образом, определенная целевая матрица (P_2) нагрузок может быть выражена в следующем виде:

$$P_2 = X_2 \cdot (T_1^{\text{mod}})^{-1}$$

(т.е. матрица P_2 равна произведению матрицы X_2 и обратной матрицы T_1^{mod}), при этом целевая матрица (P_2) нагрузок выражает полученные целевые отклики, в частности она представляет собой матрицу перехода от исходного пространства переменных в пространство основных компонент для целевого измерительного устройства (2).

Как следует из вышесказанного, мы нашли нагрузки целевого измерительного устройства (2), при которых его матрица показателя является идентичной матрице показателя эталонного измерительного устройства. Эти коэффициенты могут быть использованы для преобразования аналитических сигналов между измерительными устройствами. Поскольку преобразование выполняют в пространстве скрытых переменных (из разложения в соответствии с PCA-методом или PLS-методом), эти измерительные устройства могут иметь различное количество переменных, различную форму спектров с различным количеством полос или т.д.

Кроме того, с помощью целевого измерительного устройства (2) в системе калибровки по фиг. 1 дополнительно проводят измерения в отношении множества неизвестных образцов (полевых образцов) для получения от них полевых откликов. Между тем, следует также отметить, что полевые образцы характеризуются неизвестными параметрами, которые необходимо спрогнозировать или оценить с использованием калибровочной модели эталонного измерительного устройства (1). Кроме того, целевой приемопередающий блок (не показан) целевого измерительного устройства (2) передает полученные полевые отклики, приемопередающий блок вычислительного устройства (3) также принимает переданные полевые отклики от целевого измерительного устройства (2), а обрабатывающий блок вычислительного устройства целевого измерительного устройства (2) также получает принятые полевые отклики и создает матрицу (X_{field}) полевых данных на основе полученных полевых откликов, причем количество строк в матрице (X_{field}) полевых данных соответствует количеству полевых образцов, а количество столбцов в матрице (X_{field}) полевых данных соответствует количеству измерительных каналов, количеству переменных в аналитическом сигнале, длинам волн в спектрах или т.д. в целевом измерительном устройстве (2).

Кроме того, обрабатывающий блок вычислительного устройства (3) определяет полевую матрицу (T_{field}) счетов в соответствии с PCA-методом с использованием созданной матрицы (X_{field}) полевых данных и определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок. Таким образом, определенная полевая матрица (T_{field}) счетов может быть выражена в виде

$$T_{\text{field}} = X_{\text{field}} \cdot (P_2)^{-1}$$

(т.е. матрица T_{field} равна произведению матрицы X_{field} и обратной матрицы P_2), причем T_{field} выражает полевые образцы, в частности выражает проекции полевых образцов в подпространство основных компонент.

Кроме того, обрабатывающий блок вычислительного устройства (3) определяет скорректированную матрицу ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных в соответствии с обратным PCA-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок. Определенная

скорректированная матрица ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных может быть выражена в виде

$$X_{\text{field}}^{\text{corr}} = T_{\text{field}} \cdot P_1^{-1}$$

(т.е. матрица $X_{\text{field}}^{\text{corr}}$ равна произведению матрицы T_{field} и транспонированной матрицы P_1). Таким образом, система калибровки, показанная на фиг. 1, позволяет фактически перенести калибровочную модель, созданную для эталонного измерительного устройства (1), на целевое измерительное устройство (2), таким образом, оценивая или прогнозируя один или более параметров полевых образцов с соответствующей точностью, сравнимой с точностью, обеспечиваемой в случае прогнозирования или оценки указанных параметров на основе обычной калибровочной кривой.

Согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения, показанному на фиг. 2, система калибровки по фиг. 1 может дополнительно содержать электронное устройство (4), которое подключено к эталонному измерительному устройству (1) и которое содержит запоминающее устройство электронного устройства (не показано) для сохранения данных о параметрах, соответствующих одному или более параметрам стандартных образцов, измеренным эталонным измерительным устройством (1) и целевым измерительным устройством (2), а также приемопередающий блок (не показан) электронного устройства, который подключен к запоминающему устройству электронного устройства и который содержит по меньшей мере один передатчик электронного устройства для передачи сохраненных данных о параметрах и по меньшей мере один приемник электронного устройства для приема данных от других подключенных к нему устройств.

Приемопередающий блок (не показан) вычислительного устройства (3) также передает определенную скорректированную матрицу ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных, а эталонный приемопередающий блок эталонного измерительного устройства (1) также принимает переданную скорректированную матрицу ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных от вычислительного устройства (3) и переданные данные параметров от электронного устройства (4), причем эталонный обрабатывающий блок эталонного измерительного устройства (1) содержит по меньшей мере один эталонный процессор и подключен к эталонному приемопередающему блоку для получения принятой скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных и принятых данных о параметрах, а также создает калибровочную модель для эталонного измерительного устройства (1) на основе полученных данных. Созданная калибровочная модель эталонного измерительного устройства (1) может быть также использована для прогнозирования или оценки параметров различных неизвестных образцов путем проведения измерений эталонным измерительным устройством (1) в отношении неизвестных образцов.

Согласно фиг. 3 в еще одном варианте осуществления настоящего изобретения эталонное измерительное устройство (1) в системе калибровки по фиг. 2 также способно проводить измерения в отношении множества неизвестных образцов (образцов, характеризуемых одним или более неизвестными параметрами) для получения от них текущих откликов (X_{routine}). Эталонный обрабатывающий блок эталонного измерительного устройства (1) также получает измеренные текущие отклики (X_{routine}) и затем определяет скорректированные текущие отклики ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели эталонного измерительного устройства (1), как описано выше, и полученных текущих откликов (X_{routine}).

Согласно фиг. 4, в соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения система калибровки по фиг. 1 может дополнительно содержать электронное устройство (4), которое подключено к вычислительному устройству (3) и которое содержит запоминающее устройство электронного устройства (не показано) для сохранения данных о параметрах, соответствующих одному или более параметрам стандартных образцов, измеренным эталонным измерительным устройством (1) и целевым измерительным устройством (2).

Приемопередающий блок вычислительного устройства (3) также передает определенную скорректированную матрицу ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных. Электронное устройство (4) дополнительно содержит приемопередающий блок электронного устройства (не показан), содержащий по меньшей мере один передатчик электронного устройства для передачи данных с него на другие устройства, подключенные к электронному устройству (4), и по меньшей мере один приемник электронного устройства для приема скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных, переданной с вычислительного устройства (3), а также обрабатывающий блок электронного устройства, который содержит по меньшей мере один процессор электронного устройства и который подключен к приемопередающему блоку электронного устройства для получения от него принятой скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных и подключен к запоминающему устройству электронного устройства для получения от него сохраненных данных о параметрах. Обрабатывающий блок электронного устройства (4) также создает калибровочную модель для эталонного измерительного устройства (1) на основе полученной скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных и полученных данных о параметрах.

Согласно другим вариантам осуществления настоящего изобретения, как показано на фиг. 5, с помощью эталонного измерительного устройства (1) в системе калибровки, показанной на фиг. 4, также могут проводить измерения в отношении множества неизвестных образцов (образцов, характеризуемых одним или более неизвестными параметрами) для получения от них текущих откликов (X_{routine}), а эталонный приемопередающий блок эталонного измерительного устройства (1) также передает полученные текущие отклики (X_{routine}).

Приемопередающий блок электронного устройства также принимает переданные текущие отклики (X_{routine}), а обрабатывающий блок электронного устройства также получает принятые текущие отклики (X_{routine}) от приемопередающего блока электронного устройства и определяет скорректированные эталонные отклики ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели эталонного измерительного устройства (1) и полученных текущих откликов (X_{routine}).

На фиг. 6 показана система калибровки согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения. Система калибровки по фиг. 6 содержит те же функциональные элементы, что и система калибровки, показанная на фиг. 1 и подробно описанная выше, и, таким образом, в целях краткости их подробное описание опущено. Кроме того, следует отметить, что система калибровки по фиг. 6 работает таким же образом и в соответствии с теми же принципами в части, идентичной системе калибровки по фиг. 1, за исключением некоторых различий, которые описаны ниже. Таким образом, в настоящем варианте осуществления системы калибровки в отличие от системы калибровки по фиг. 1 целевую матрицу (P_2) нагрузок, определяемую обрабатывающим блоком вычислительного устройства (не показан) в соответствии с РСА-методом, и эталонную матрицу (P_1) нагрузок, полученную обрабатывающим блоком вычислительного устройства (не показан) в результате разложения принятых эталонных откликов (X_1) в соответствии с РСА-методом, передают с помощью приемопередающего блока вычислительного устройства (не показан).

Целевой обрабатывающий блок (не показан) целевого измерительного устройства (2) в системе калибровки по фиг. 6 создает матрицу (X_{field}) полевых данных на основе полученных полевых откликов, причем количество строк в матрице (X_{field}) полевых данных соответствует количеству полевых образцов, а количество столбцов в матрице (X_{field}) полевых данных соответствует количеству измерительных каналов, количеству переменных в аналитическом сигнале, длинам волн в спектрах или т.д. в целевом измерительном устройстве (2).

Целевой приемопередающий блок целевого измерительного устройства (2) также принимает данные, переданные вычислительным устройством (3). Целевой обрабатывающий блок целевого измерительного устройства (2), содержащий по меньшей мере один целевой процессор и подключенный к целевому приемопередающему блоку, получает принятые данные от целевого приемопередающего блока и выполняет 1) определение полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с РСА-методом с использованием полученной полевой матрицы (X_{field}) данных и полученной целевой матрицы (P_2) нагрузок; и 2) определение скорректированной полевой матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) данных в соответствии с обратным РСА-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок. Таким образом, определенная полевая матрица (T_{field}) счетов может быть выражена в виде

$$T_{\text{field}} = X_{\text{field}} \cdot (P_2)^{-1}$$

(т.е. матрица T_{field} равна произведению матрицы X_{field} и обратной матрицы P_2), причем T_{field} выражает полевые образцы, в частности, выражает проекции полевых образцов в подпространство основных компонент; а определенная скорректированная матрица ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных может быть выражена в виде

$$X_{\text{field}}^{\text{corr}} = T_{\text{field}} \cdot P_1^t$$

(т.е. матрица $X_{\text{field}}^{\text{corr}}$ равна произведению матрицы T_{field} и транспонированной матрицы P_1). Таким образом, система калибровки, показанная на фиг. 6, представляет собой вариант системы калибровки по фиг. 1 и также как и система калибровки по фиг. 1 позволяет фактически перенести калибровочную модель, созданную для эталонного измерительного устройства (1), на целевое измерительное устройство (2), таким образом, оценивая или прогнозируя один или более параметров полевых образцов с соответствующей точностью, сравнимой с точностью, обеспечиваемой в случае прогнозирования или оценки указанных параметров на основе обычной калибровочной кривой.

Согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения, показанному на фиг. 7, система калибровки по фиг. 6 может дополнительно содержать электронное устройство (4), которое подключено к эталонному измерительному устройству и которое содержит запоминающее устройство электронного устройства (не показано) для сохранения данных о параметрах, соответствующих одному или более параметрам стандартных образцов, измеренным эталонным измерительным устройством (1) и целевым измерительным устройством (2), а также приемопередающий блок (не показан) электронного устройства, который подключен к запоминающему устройству электронного устройства и который содержит по меньшей мере один передатчик электронного устройства для передачи сохраненных данных о параметрах, и по меньшей мере один приемник электронного устройства для приема данных от других подключенных к нему устройств.

Целевой приемопередающий блок (не показан) целевого измерительного устройства (2) также передает определенную скорректированную матрицу ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных, а эталонный приемопередающий блок эталонного измерительного устройства (1) также принимает переданную скорректированную матрицу ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных от целевого измерительного устройства (2) и переданные данные о параметрах от электронного устройства (4). Эталонный обрабатывающий блок эталонного измеритель-

ного устройства (1) содержит по меньшей мере один эталонный процессор и подключен к эталонному приемопередающему блоку для получения принятой скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных и принятых данных о параметрах, а также создает калибровочную модель для эталонного измерительного устройства (1) на основе полученных данных. Созданная калибровочная модель эталонного измерительного устройства (1) может быть также использована для прогнозирования или оценки параметров различных неизвестных образцов путем проведения измерений эталонным измерительным устройством (1) в отношении неизвестных образцов.

Согласно фиг. 8 в еще одном варианте осуществления настоящего изобретения с помощью эталонного измерительного устройства (1) в системе калибровки по фиг. 7 также можно проводить измерения в отношении множества неизвестных образцов (образцов, характеризуемых одним или более неизвестными параметрами) для получения от них текущих откликов (X_{routine}). Эталонный обрабатывающий блок эталонного измерительного устройства (1) также получает обеспеченные текущие отклики (X_{routine}) и затем определяет скорректированные текущие отклики ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели эталонного измерительного устройства (1), как описано выше применительно к системе калибровки по фиг. 7, и полученных текущих откликов (X_{routine}).

Согласно фиг. 9 в соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения система калибровки по фиг. 6 может дополнительно содержать электронное устройство (4), которое подключено к целевому измерительному устройству (2) и которое содержит запоминающее устройство электронного устройства (не показано) для сохранения данных о параметрах, соответствующих одному или более параметрам стандартных образцов, измеренным эталонным измерительным устройством (1) и целевым измерительным устройством (2).

Целевой приемопередающий блок целевого измерительного устройства (2) также передает определенную скорректированную матрицу ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных. Электронное устройство (4) дополнительно содержит приемопередающий блок электронного устройства (не показан), содержащий по меньшей мере один передатчик электронного устройства для передачи данных с него на другие устройства, подключенные к электронному устройству, и по меньшей мере один приемник электронного устройства для приема скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных, переданной с целевого измерительного устройства (2), а также обрабатывающий блок электронного устройства, который содержит по меньшей мере один процессор электронного устройства и который подключен к приемопередающему блоку электронного устройства для получения от него принятой скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных и к запоминающему устройству электронного устройства для получения от него сохраненных данных о параметрах. Обрабатывающий блок электронного устройства (4) также создает калибровочную модель для эталонного измерительного устройства (1) на основе полученной скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных и полученных данных о параметрах.

Согласно другим вариантам осуществления настоящего изобретения, как показано на фиг. 10, с помощью эталонного измерительного устройства (1) в системе калибровки по фиг. 9 также могут проводиться измерения в отношении множества неизвестных образцов (образцов, характеризуемых одним или более неизвестными параметрами) для получения от них текущих откликов (X_{routine}), а эталонный приемопередающий блок эталонного измерительного устройства (1) также передает полученные текущие отклики (X_{routine}).

Приемопередающий блок электронного устройства также принимает переданные текущие отклики (X_{routine}), а обрабатывающий блок электронного устройства также получает принятые текущие отклики (X_{routine}) от приемопередающего блока электронного устройства и определяет скорректированные эталонные отклики ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели эталонного измерительного устройства (1) и полученных текущих откликов (X_{routine}).

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения, как показано на фиг. 11, система калибровки по фиг. 6 может дополнительно содержать электронное устройство (4), которое подключено к целевому измерительному устройству (2) и которое содержит запоминающее устройство электронного устройства (не показано) для сохранения данных о параметрах, соответствующих одному или более параметрам стандартных образцов, измеренным эталонным измерительным устройством (1) и целевым измерительным устройством (2).

Электронное устройство (4) дополнительно содержит приемопередающий блок (не показан) электронного устройства, который подключен к запоминающему устройству (не показано) электронного устройства и который содержит по меньшей мере один передатчик электронного устройства для передачи сохраненных данных о параметрах и по меньшей мере один приемник электронного устройства для приема данных, переданных с других устройств, подключенных к электронному устройству (4).

Целевой приемопередающий блок (не показан) целевого измерительного устройства (2) также принимает данные о параметрах, переданные электронным устройством (4), целевой обрабатывающий блок целевого измерительного устройства (2) также получает принятые данные о параметрах и создает калибровочную модель для эталонного измерительного устройства (1) на основе определенной скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных и полученных данных о параметрах.

Согласно другим вариантам осуществления настоящего изобретения, как показано на фиг. 12, с по-

мощью эталонного измерительного устройства (1) в системе калибровки по фиг. 11 также могут проводить измерения в отношении множества неизвестных образцов (образцов, характеризуемых одним или более неизвестными параметрами) для получения от них текущих откликов (X_{routine}), а эталонный приемопередающий блок эталонного измерительного устройства (1) также передает полученные текущие отклики (X_{routine}).

Целевой приемопередающий блок целевого измерительного устройства (2) также принимает переданные текущие отклики (X_{routine}) от эталонного измерительного устройства (1), а целевой обрабатывающий блок целевого измерительного устройства (2) также получает принятые текущие отклики (X_{routine}) от целевого приемопередающего блока и определяет скорректированные эталонные отклики ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели эталонного измерительного устройства (1) и полученных текущих откликов (X_{routine}).

На фиг. 13 показана система калибровки согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения. Система калибровки по фиг. 13 содержит те же функциональные элементы, что и система калибровки, показанная на фиг. 1 и подробно описанная выше, и, таким образом, в целях краткости их подробное описание опущено. Кроме того, следует отметить, что система калибровки по фиг. 13 работает таким же образом и в соответствии с теми же принципами в части, идентичной системе калибровки по фиг. 1, за исключением некоторых различий, которые описаны ниже. Таким образом, в настоящем варианте осуществления системы калибровки, показанной на фиг. 13, в отличие от системы калибровки по фиг. 1 целевую матрицу (P_2) нагрузок, определяемую обрабатывающим блоком вычислительного устройства (не показан) в соответствии с методом РСА, и эталонную матрицу (P_1) нагрузок, полученную обрабатывающим блоком вычислительного устройства (не показан) в результате разложения принятых эталонных откликов (X_1) в соответствии с РСА-методом, передают с помощью приемопередающего блока вычислительного устройства (не показан). Целевой приемопередающий блок целевого измерительного устройства (2) также передает полученные полевые отклики. В некоторых других вариантах осуществления системы калибровки по фиг. 13 целевой обрабатывающий блок (не показан) целевого измерительного устройства (2) способен создавать матрицу (X_{field}) полевых данных на основе полученных полевых откликов, причем количество строк в матрице (X_{field}) полевых данных соответствует количеству полевых образцов, а количество столбцов в матрице (X_{field}) полевых данных соответствует количеству измерительных каналов, количеству переменных в аналитическом сигнале, длинам волн в спектрах или т.д. в целевом измерительном устройстве (2), а целевой приемопередающий блок целевого измерительного устройства (2) может передавать сформированную матрицу (X_{field}) полевых данных.

Эталонный приемопередающий блок эталонного измерительного устройства (1) также принимает эталонную матрицу (P_1) нагрузок и целевую матрицу (P_2) нагрузок, переданные вычислительным устройством (3), а также переданные полевые отклики или полученную матрицу (X_{field}) полевых данных в зависимости от варианта осуществления настоящего изобретения, как описано выше. Эталонный обрабатывающий блок эталонного измерительного устройства (1) содержит по меньшей мере один эталонный процессор и, будучи подключенным к эталонному приемопередающему блоку, получает принятые данные от эталонного приемопередающего блока. В одном варианте осуществления системы калибровки по фиг. 13 в случае, если эталонный обрабатывающий блок эталонного измерительного устройства (1) получает принятые полевые отклики, он создает матрицу (X_{field}) полевых данных на основе полученных полевых откликов, как описано выше. Затем эталонный обрабатывающий блок выполняет 1) определение полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с РСА-методом с использованием полученной полевой матрицы (X_{field}) данных и полученной целевой матрицы (P_2) нагрузок; и 2) определение скорректированной полевой матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) данных в соответствии с обратным РСА-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок. Таким образом, определенная полевая матрица (T_{field}) счетов может быть выражена в следующем виде:

$$T_{\text{field}} = X_{\text{field}} \cdot (P_2)^{-1}$$

(т.е. матрица T_{field} равна произведению матрицы X_{field} и обратной матрицы P_2), причем T_{field} выражает полевые образцы, в частности выражает проекции полевых образцов в подпространство основных компонент; а определенная скорректированная матрица ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных может быть выражена в виде

$$X_{\text{field}}^{\text{corr}} = T_{\text{field}} \cdot P_1^t$$

(т.е. матрица $X_{\text{field}}^{\text{corr}}$ равна произведению матрицы T_{field} и транспонированной матрицы P_1). Таким образом, система калибровки, показанная на фиг. 13, представляет собой вариант системы калибровки по фиг. 1 и также как и система калибровки по фиг. 1 позволяет фактически перенести калибровочную модель, созданную для эталонного измерительного устройства (1), на целевое измерительное устройство (2), таким образом, оценивая или прогнозируя один или более параметров полевых образцов с соответствующей точностью, сравнимой с точностью, обеспечиваемой в случае прогнозирования или оценки указанных параметров на основе обычной калибровочной кривой.

Согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения, показанному на фиг. 14, система калибровки по фиг. 13 может дополнительно содержать электронное устройство (4), которое

подключено к эталонному измерительному устройству (1) и которое содержит запоминающее устройство электронного устройства (не показано) для сохранения данных о параметрах, соответствующих одному или более параметрам стандартных образцов, измеренным эталонным измерительным устройством (1) и целевым измерительным устройством (2), а также приемопередающий блок (не показан) электронного устройства, который подключен к запоминающему устройству электронного устройства и который содержит по меньшей мере один передатчик электронного устройства для передачи сохраненных данных о параметрах и по меньшей мере один приемник электронного устройства для приема данных от других подключенных к нему устройств.

Эталонный приемопередающий блок (не показан) эталонного измерительного устройства (1) также принимает данные о параметрах, переданные электронным устройством (4), а эталонный обрабатывающий блок эталонного измерительного устройства (1) также получает принятые данные о параметрах и создает калибровочную модель для эталонного измерительного устройства (1) на основе полученных данных о параметрах и определенной скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных. Созданная калибровочная модель эталонного измерительного устройства (1) может быть также использована для прогнозирования или оценки параметров различных неизвестных образцов путем проведения измерений эталонным измерительным устройством (1) в отношении неизвестных образцов.

Согласно фиг. 15 в еще одном варианте осуществления настоящего изобретения с помощью эталонного измерительного устройства (1) в системе калибровки по фиг. 14 также можно проводить измерения в отношении множества неизвестных образцов (образцов, характеризуемых одним или более неизвестными параметрами) для получения от них текущих откликов. Эталонный обрабатывающий блок эталонного измерительного устройства (1) также создает матрицу (X_{routine}) текущих данных на основе полученных текущих откликов (X_{routine}) и затем определяет скорректированную матрицу ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) текущих данных на основе созданной калибровочной модели эталонного измерительного устройства (1), как описано выше применительно к системе калибровки по фиг. 14, и полученной матрицы (X_{routine}) текущих данных.

Согласно фиг. 16 в соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения система калибровки по фиг. 13 может дополнительно содержать электронное устройство (4), которое подключено к эталонному измерительному устройству (1) и которое содержит запоминающее устройство электронного устройства (не показано) для сохранения данных о параметрах, соответствующих одному или более параметрам стандартных образцов, измеренным эталонным измерительным устройством (1) и целевым измерительным устройством (2).

Эталонный приемопередающий блок эталонного измерительного устройства (1) также передает определенную скорректированную матрицу ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных. Электронное устройство (4) дополнительно содержит приемопередающий блок (не показан) электронного устройства, содержащий по меньшей мере один передатчик электронного устройства для передачи данных с него на другие устройства, подключенные к электронному устройству (4), и по меньшей мере один приемник электронного устройства для приема скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных, переданной с эталонного измерительного устройства (1), а также обрабатывающий блок электронного устройства, который содержит по меньшей мере один процессор электронного устройства и который подключен к приемопередающему блоку электронного устройства для получения от него принятой скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных и к запоминающему устройству электронного устройства для получения от него сохраненных данных о параметрах. Обрабатывающий блок электронного устройства (4) также создает калибровочную модель для эталонного измерительного устройства (1) на основе полученной скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных и полученных данных о параметрах.

Согласно другим вариантам осуществления настоящего изобретения, как показано на фиг. 17, с помощью эталонного измерительного устройства (1) в системе калибровки по фиг. 16 также можно проводить измерения в отношении множества неизвестных образцов (образцов, характеризуемых одним или более неизвестными параметрами) для получения от них текущих откликов, а эталонный приемопередающий блок эталонного измерительного устройства (1) также передает полученные текущие отклики.

В некоторых других вариантах осуществления системы калибровки по фиг. 17 эталонный обрабатывающий блок (не показан) эталонного измерительного устройства (1) способен создавать матрицу (X_{routine}) текущих данных на основе полученных текущих откликов, причем количество строк в матрице (X_{routine}) текущих данных соответствует количеству неизвестных образцов, а количество столбцов в матрице (X_{routine}) текущих данных соответствует количеству измерительных каналов, количеству переменных в аналитическом сигнале, длинам волн в спектрах или т.д. в эталонном измерительном устройстве (1), а эталонный приемопередающий блок эталонного измерительного устройства (1) может передавать созданную матрицу (X_{routine}) текущих данных.

Приемопередающий блок электронного устройства также принимает переданные текущие отклики или переданную матрицу (X_{routine}) текущих данных в зависимости от варианта осуществления калибровочной системы по фиг. 17, а обрабатывающий блок электронного устройства также получает, соответственно, текущие отклики или матрицу (X_{routine}) текущих данных, принятые от приемопередающего блока электронного устройства. В одном варианте осуществления системы калибровки по фиг. 17 в случае,

если обрабатывающий блок электронного устройства (4) получает принятые текущие отклики, он создает матрицу (X_{routine}) текущих данных на основе полученных текущих откликов, как описано выше.

Затем обрабатывающий блок электронного устройства (4) определяет скорректированную матрицу ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) данных на основе созданной калибровочной модели эталонного измерительного устройства (1) и полученной или созданной матрицы (X_{routine}) текущих данных.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения, как показано на фиг. 18, система калибровки по фиг. 13 может дополнительно содержать электронное устройство (4), которое подключено к целевому измерительному устройству (2) и которое содержит запоминающее устройство электронного устройства (не показано) для сохранения данных о параметрах, соответствующих одному или более параметрам стандартных образцов, измеренным эталонным измерительным устройством (1) и целевым измерительным устройством (2).

Электронное устройство (4) дополнительно содержит приемопередающий блок (не показан) электронного устройства, который подключен к запоминающему устройству (не показано) электронного устройства и который содержит по меньшей мере один передатчик электронного устройства для передачи сохраненных данных о параметрах и по меньшей мере один приемник электронного устройства для приема данных, переданных с других устройств, подключенных к электронному устройству (4).

Эталонный приемопередающий блок (не показан) эталонного измерительного устройства (2) также передает определенную скорректированную матрицу ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных.

Целевой приемопередающий блок (не показан) целевого измерительного устройства (2) также принимает данные о параметрах, переданные электронным устройством (4) и переданную скорректированную матрицу ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных, целевой обрабатывающий блок целевого измерительного устройства (2) также получает принятые данные и создает калибровочную модель для эталонного измерительного устройства (1) на основе полученной скорректированной матрицы ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) полевых данных и полученных данных о параметрах.

Согласно другим вариантам осуществления настоящего изобретения, как показано на фиг. 19, с помощью эталонного измерительного устройства (1) в системе калибровки по фиг. 18 также можно проводить измерения в отношении множества неизвестных образцов (образцов, характеризуемых одним или более неизвестными параметрами) для получения от них текущих откликов, а эталонный приемопередающий блок эталонного измерительного устройства (1) также передает полученные текущие отклики.

В некоторых других вариантах осуществления системы калибровки по фиг. 19 эталонный обрабатывающий блок (не показан) эталонного измерительного устройства (1) способен создавать матрицу (X_{routine}) текущих данных на основе полученных текущих откликов, причем количество строк в матрице (X_{routine}) текущих данных соответствует количеству неизвестных образцов, а количество столбцов в матрице (X_{routine}) текущих данных соответствует количеству измерительных каналов, количеству переменных в аналитическом сигнале, длинам волн в спектрах или т.д. в эталонном измерительном устройстве (1), а эталонный приемопередающий блок эталонного измерительного устройства (1) может передавать созданную матрицу (X_{routine}) текущих данных.

Целевой приемопередающий блок целевого измерительного устройства (2) также принимает переданные текущие отклики или переданную матрицу (X_{routine}) текущих данных в зависимости от варианта осуществления калибровочной системы по фиг. 19, а целевой обрабатывающий блок также получает, соответственно, принятые текущие отклики или принятую матрицу (X_{routine}) текущих данных. В одном варианте осуществления системы калибровки по фиг. 19 в случае, если целевой обрабатывающий блок целевого измерительного устройства (2) получает принятые текущие отклики, он создает матрицу (X_{routine}) текущих данных на основе полученных текущих откликов, как описано выше.

Затем целевой обрабатывающий блок целевого измерительного устройства (2) определяет скорректированную матрицу ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) данных на основе созданной калибровочной модели эталонного измерительного устройства (1) и полученной или созданной матрицы (X_{routine}) текущих данных.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предложен показанный на фиг. 20 способ калибровки, который включает получение посредством эталонного измерительного устройства эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов; получение посредством целевого измерительного устройства целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов; передачу полученных эталонных откликов (X_1) и полученных целевых откликов (X_2) на вычислительное устройство, которое подключено к эталонному измерительному устройству и к целевому измерительному устройству; разложение посредством вычислительного устройства принятых эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок; изменение посредством вычислительного устройства полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов; определение посредством вычислительного устройства целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием

полученных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов; определение посредством вычислительного устройства полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием полученных полевых откликов и определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок; определение посредством вычислительного устройства скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предложен показанный на фиг. 21 способ калибровки, который включает получение посредством эталонного измерительного устройства эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов; получение посредством целевого измерительного устройства целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов; передачу полученных эталонных откликов (X_1) и полученных целевых откликов (X_2) на вычислительное устройство, которое подключено к эталонному измерительному устройству и к целевому измерительному устройству; разложение посредством вычислительного устройства принятых эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок; изменение посредством вычислительного устройства полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов; определение посредством вычислительного устройства целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием полученных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов; передачу посредством вычислительного устройства определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок на целевое измерительное устройство; определение посредством целевого измерительного устройства полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием полученных полевых откликов (X_{field}) и переданной целевой матрицы (P_2) нагрузок; и определение посредством целевого измерительного устройства скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и переданной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предложен показанный на фиг. 22 способ калибровки, который включает получение посредством эталонного измерительного устройства эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов; получение посредством целевого измерительного устройства целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов; передачу полученных эталонных откликов (X_1) и полученных целевых откликов (X_2) на вычислительное устройство, которое подключено к эталонному измерительному устройству и к целевому измерительному устройству; разложение посредством вычислительного устройства принятых эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок; изменение посредством вычислительного устройства полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов; определение посредством вычислительного устройства целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием полученных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов; передачу посредством вычислительного устройства определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок на эталонное измерительное устройство; передачу посредством целевого измерительного устройства полученных полевых откликов (X_{field}) на эталонное измерительное устройство; определение, посредством эталонного измерительного устройства, полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием переданных полевых откликов (X_{field}) и переданной целевой матрицы (P_2) нагрузок; и определение посредством эталонного измерительного устройства скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и переданной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

По меньшей мере, некоторые из описанных в настоящем документе вариантов осуществления могут быть реализованы в цифровых электронных схемах, в компьютерном программном обеспечении, прошивках, аппаратном обеспечении или в их комбинациях. Некоторые описанные в настоящем документе варианты осуществления могут быть реализованы в виде одного или более компьютерных программных продуктов, т.е. одного или более фрагментов компьютерочитаемого программного кода, сохраненных на компьютерочитаемом некратковременном носителе, например в компьютерочитаемом устройстве сохранения информации, для осуществления функционирования или управления работой обрабатывающего устройства данных, например программируемого процессора, компьютера или множества компьютеров. Компьютерная программа (также именуемая программой, программным обеспече-

нием, программным приложением или кодом) может быть написана на любом языке программирования. Компьютерная программа не обязательно соответствует одному файлу. Компьютерная программа может выполняться на одном или более компьютерах или обрабатывающих устройствах в одном месте или распределено во множестве мест, и такое выполнение может обуславливать осуществление с помощью устройства, по меньшей мере, операций или этапов описанных в документе способов калибровки.

Хотя вышеописанные варианты осуществления систем и способов калибровки, как правило, предназначены для калибровки измерительного устройства любой модели с использованием метода разложения с помощью скрытых переменных (LVD-метода), в случае необходимости они могут быть использованы для получения качественных и количественных оценок параметров образца с использованием измерительных устройств различных моделей.

Вышеупомянутое описание конкретных вариантов осуществления систем и способов калибровки будет, таким образом, полностью раскрывать общий характер вариантов осуществления настоящего изобретения, причем другие специалисты, применяя современные знания, могут легко изменить и/или адаптировать такие конкретные варианты осуществления для различных вариантов применения без отступления от общей концепции и, таким образом, такие адаптации и изменения должны охватывать смысл и диапазон эквивалентов раскрытых вариантов осуществления. Следует понимать, что используемая в настоящем документе фразеология или терминология предназначена для описания, а не ограничения. Таким образом, хотя варианты осуществления настоящего изобретения были описаны в аспекте предпочтительных вариантов осуществления, для специалистов в данной области техники будет очевидно, что варианты осуществления настоящего изобретения могут быть осуществлены на практике с изменениями в пределах сущности и объема прилагаемой формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система калибровки, содержащая

эталонное измерительное устройство для получения эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов;

целевое измерительное устройство для получения целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и для получения полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов;

вычислительное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству для приема эталонных откликов (X_1) и к целевому измерительному устройству для приема целевых откликов (X_2) и полевых откликов (X_{field}),

при этом вычислительное устройство выполнено с возможностью

осуществления разложения принятых эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок,

изменения полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов,

определения целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием полученных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов,

определения полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием полученных полевых откликов (X_{field}) и определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и

определения скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

2. Система калибровки по п.1, дополнительно содержащая электронное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству и выполненное с возможностью

сохранения данных о параметрах, соответствующих параметрам стандартных образцов, и возможностью передачи сохраненных данных о параметрах на эталонное измерительное устройство,

при этом вычислительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) на эталонное измерительное устройство; а

эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели эталонного измерительного устройства на основе переданных данных о параметрах и переданных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$).

3. Система калибровки по п.2, в которой эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью получения текущих откликов (X_{routine}) путем проведения измерений в отношении множества образцов и возможностью определения скорректированных текущих откликов ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели и полученных текущих откликов (X_{routine}).

4. Система калибровки по п.1, дополнительно содержащая электронное устройство, подключенное

к вычислительному устройству и выполненное с возможностью сохранения данных о параметрах, соответствующих параметрам стандартных образцов; при этом

вычислительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) на электронное устройство; а

электронное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели эталонного измерительного устройства на основе переданных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) и сохраненных данных о параметрах.

5. Система калибровки по п.4, в которой

эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью получения текущих откликов (X_{routine}) путем проведения измерений в отношении множества образцов и возможностью передачи полученных текущих откликов (X_{routine}) на электронное устройство; а

электронное устройство также выполнено с возможностью определения скорректированных эталонных откликов ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели и переданных текущих откликов (X_{routine}).

6. Система калибровки, содержащая

эталонное измерительное устройство для получения эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов;

целевое измерительное устройство для получения целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и для получения полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов;

вычислительное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству для приема эталонных откликов (X_1) и к целевому измерительному устройству для приема целевых откликов (X_2),

при этом вычислительное устройство выполнено с возможностью

осуществления разложения принятых эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок,

изменения полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов,

определения целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием полученных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов,

при этом вычислительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок на целевое измерительное устройство; а

целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью определения полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием полученных полевых откликов (X_{field}) и переданной целевой матрицы (P_2) нагрузок и

определения скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и переданной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

7. Система калибровки по п.6, дополнительно содержащая электронное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству и выполненное с возможностью сохранения данных о параметрах, соответствующих параметрам стандартных образцов, и возможностью передачи сохраненных данных о параметрах на эталонное измерительное устройство,

при этом целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) на эталонное измерительное устройство; а

эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели эталонного измерительного устройства на основе переданных данных о параметрах и переданных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$).

8. Система калибровки по п.7, в которой эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью получения текущих откликов (X_{routine}) путем проведения измерений в отношении множества образцов и возможностью определения скорректированных текущих откликов ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели и полученных текущих откликов (X_{routine}).

9. Система калибровки по п.6, дополнительно содержащая электронное устройство, подключенное к целевому измерительному устройству и выполненное с возможностью сохранения данных о параметрах, соответствующих параметрам стандартных образцов,

при этом целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) на электронное устройство; а

электронное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели эталонного измерительного устройства на основе переданных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) и сохраненных данных о параметрах.

10. Система калибровки по п.9, в которой

эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью получения текущих откликов (X_{routine}) путем проведения измерений в отношении множества образцов и возможностью передачи полученных текущих откликов (X_{routine}) на электронное устройство; а

электронное устройство выполнено с возможностью определения скорректированных эталонных откликов ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели и переданных текущих откликов (X_{routine}).

11. Система калибровки по п.6, дополнительно содержащая электронное устройство, подключенное к целевому измерительному устройству и выполненное с возможностью сохранения данных о параметрах, соответствующих параметрам стандартных образцов, и возможностью передачи сохраненных данных о параметрах на целевое измерительное устройство; при этом целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели эталонного измерительного устройства на основе переданных данных о параметрах и определенных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$).

12. Система калибровки по п.11, в которой

эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью получения текущих откликов (X_{routine}) путем проведения измерений в отношении множества образцов и возможностью передачи полученных текущих откликов (X_{routine}) на целевое измерительное устройство; а

целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью определения скорректированных текущих откликов ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели и переданных текущих откликов (X_{routine}).

13. Система калибровки, содержащая

эталонное измерительное устройство для получения эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов;

целевое измерительное устройство для получения целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и для получения полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов;

вычислительное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству для приема эталонных откликов (X_1) и к целевому измерительному устройству для приема целевых откликов (X_2),

при этом вычислительное устройство выполнено с возможностью

осуществления разложения принятых эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок,

изменения полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов,

определения целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием полученных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов,

при этом вычислительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок на эталонное измерительное устройство;

целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью передачи полученных полевых откликов (X_{field}) на эталонное измерительное устройство; а

эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью

определения полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием переданных полевых откликов (X_{field}) и переданной целевой матрицы (P_2) нагрузок и

определения скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и переданной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

14. Система калибровки по п.13, дополнительно содержащая электронное устройство, подключенное к эталонному измерительному устройству и выполненное с возможностью сохранения данных о параметрах, соответствующих параметрам стандартных образцов, и возможностью передачи сохраненных данных о параметрах на эталонное измерительное устройство; при этом эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели эталонного измерительного устройства на основе переданных данных о параметрах и определенных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$).

15. Система калибровки по п.14, в которой эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью получения текущих откликов (X_{routine}) путем проведения измерений в отношении множества образцов и возможностью определения скорректированных текущих откликов ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели и полученных текущих откликов (X_{routine}).

16. Система калибровки по п.13, дополнительно содержащая электронное устройство, подключен-

ное к эталонному измерительному устройству и выполненное с возможностью сохранения данных о параметрах, соответствующих параметрам стандартных образцов,

при этом эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) на электронное устройство; а

электронное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели эталонного измерительного устройства на основе переданных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) и сохраненных данных о параметрах.

17. Система калибровки по п.16, в которой

эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью получения текущих откликов (X_{routine}) путем проведения измерений в отношении множества образцов и возможностью передачи полученных текущих откликов (X_{routine}) на электронное устройство; а

электронное устройство также выполнено с возможностью определения скорректированных текущих откликов ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели и переданных текущих откликов (X_{routine}).

18. Система калибровки по п.13, дополнительно содержащая электронное устройство, подключенное к целевому измерительному устройству и выполненное с возможностью сохранения данных о параметрах, соответствующих параметрам стандартных образцов, и возможностью передачи сохраненных данных о параметрах на целевое измерительное устройство,

при этом эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью передачи определенных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) на целевое измерительное устройство; а

целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью создания калибровочной модели эталонного измерительного устройства на основе переданных данных о параметрах и переданных скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$).

19. Система калибровки по п.18, в которой

эталонное измерительное устройство также выполнено с возможностью получения текущих откликов (X_{routine}) путем проведения измерений в отношении множества образцов и возможностью передачи полученных текущих откликов (X_{routine}) на целевое измерительное устройство; а

целевое измерительное устройство также выполнено с возможностью определения скорректированных текущих откликов ($X_{\text{routine}}^{\text{corr}}$) на основе созданной калибровочной модели и переданных текущих откликов (X_{routine}).

20. Способ калибровки, включающий

получение посредством эталонного измерительного устройства эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов;

получение посредством целевого измерительного устройства целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов;

передачу посредством эталонного измерительного устройства полученных эталонных откликов (X_1) и передачу посредством целевого измерительного устройства полученных целевых откликов (X_2) и полученных полевых откликов (X_{field}) на вычислительное устройство;

разложение посредством вычислительного устройства переданных эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок;

изменение посредством вычислительного устройства полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов;

определение посредством вычислительного устройства целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием переданных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов;

определение посредством вычислительного устройства полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием переданных полевых откликов и определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок;

определение посредством вычислительного устройства скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

21. Компьютерочитаемый носитель информации, на котором сохранены фрагменты компьютерочитаемого программного кода, исполнение которых обрабатывающим устройством вызывает выполнение устройством способа по п.20.

22. Способ калибровки, включающий

получение посредством эталонного измерительного устройства эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов;

получение посредством целевого измерительного устройства целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и полевых

откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов;

передачу посредством эталонного измерительного устройства полученных эталонных откликов (X_1) и передачу посредством целевого измерительного устройства полученных целевых откликов (X_2) на вычислительное устройство;

разложение посредством вычислительного устройства переданных эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок;

изменение посредством вычислительного устройства полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов;

определение посредством вычислительного устройства целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием переданных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов;

передачу посредством вычислительного устройства определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок на целевое измерительное устройство;

определение посредством целевого измерительного устройства полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием полученных полевых откликов (X_{field}) и переданной целевой матрицы (P_2) нагрузок; и

определение посредством целевого измерительного устройства скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и переданной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

23. Компьютерочитаемый носитель информации, на котором сохранены фрагменты компьютерочитаемого программного кода, исполнение которых обрабатывающим устройством вызывает выполнение устройством способа по п.22.

24. Способ калибровки, включающий

получение посредством эталонного измерительного устройства эталонных откликов (X_1) путем проведения измерений в отношении множества стандартных образцов;

получение посредством целевого измерительного устройства целевых откликов (X_2) путем проведения измерений в отношении подмножества из указанного множества стандартных образцов и полевых откликов (X_{field}) путем проведения измерений в отношении множества полевых образцов;

передачу посредством эталонного измерительного устройства полученных эталонных откликов (X_1) и передачу посредством целевого измерительного устройства полученных целевых откликов (X_2) на вычислительное устройство;

разложение посредством вычислительного устройства переданных эталонных откликов (X_1) в соответствии с методом разложения с помощью скрытых переменных (LVD-методом) для получения эталонной матрицы (T_1) счетов и эталонной матрицы (P_1) нагрузок;

изменение посредством вычислительного устройства полученной эталонной матрицы (T_1) счетов путем удаления строк, соответствующих стандартным образцам из указанного множества стандартных образцов, которые не соответствуют указанному подмножеству стандартных образцов;

определение посредством вычислительного устройства целевой матрицы (P_2) нагрузок для целевого измерительного устройства в соответствии с LVD-методом с использованием переданных целевых откликов (X_2) и измененной эталонной матрицы (T_1^{mod}) счетов;

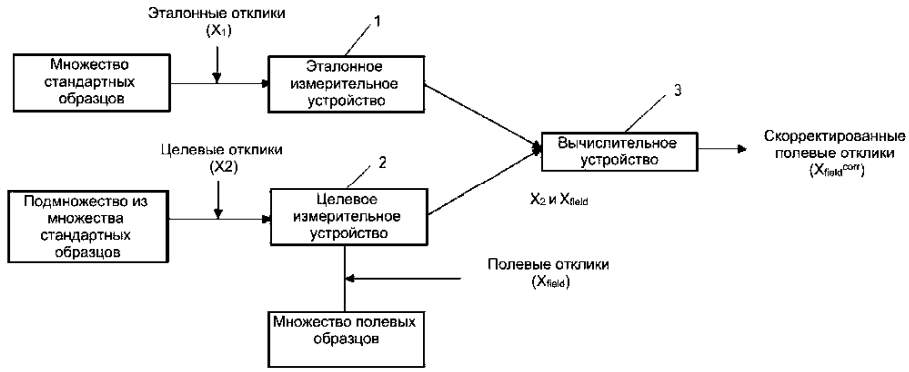
передачу посредством вычислительного устройства определенной целевой матрицы (P_2) нагрузок и полученной эталонной матрицы (P_1) нагрузок на эталонное измерительное устройство;

передачу посредством целевого измерительного устройства полученных полевых откликов (X_{field}) на эталонное измерительное устройство;

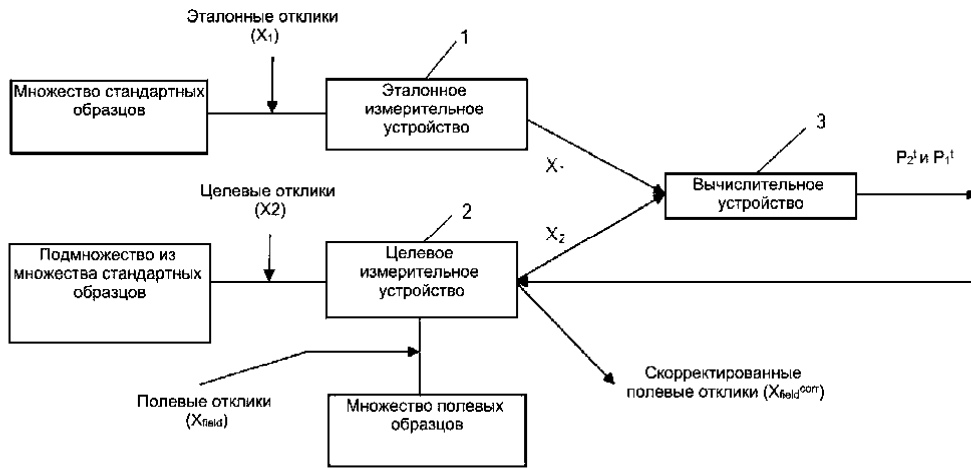
определение посредством эталонного измерительного устройства полевой матрицы (T_{field}) счетов в соответствии с LVD-методом с использованием переданных полевых откликов (X_{field}) и переданной целевой матрицы (P_2) нагрузок; и

определение посредством эталонного измерительного устройства скорректированных полевых откликов ($X_{\text{field}}^{\text{corr}}$) в соответствии с обратным LVD-методом с использованием определенной полевой матрицы (T_{field}) счетов и переданной эталонной матрицы (P_1) нагрузок.

25. Компьютерочитаемый носитель информации, на котором сохранены фрагменты компьютерочитаемого программного кода, исполнение которых обрабатывающим устройством вызывает выполнение устройством способа по п.24.



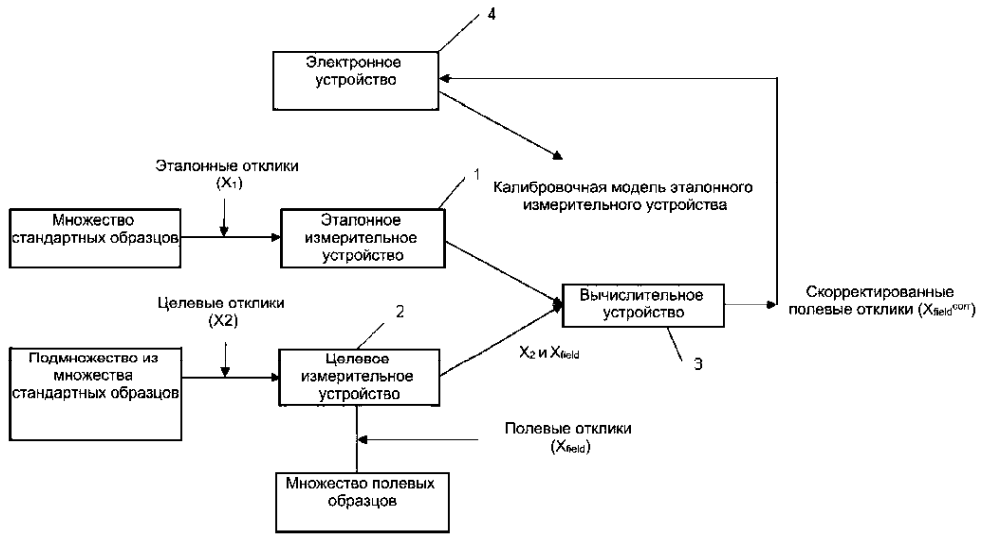
Фиг. 1



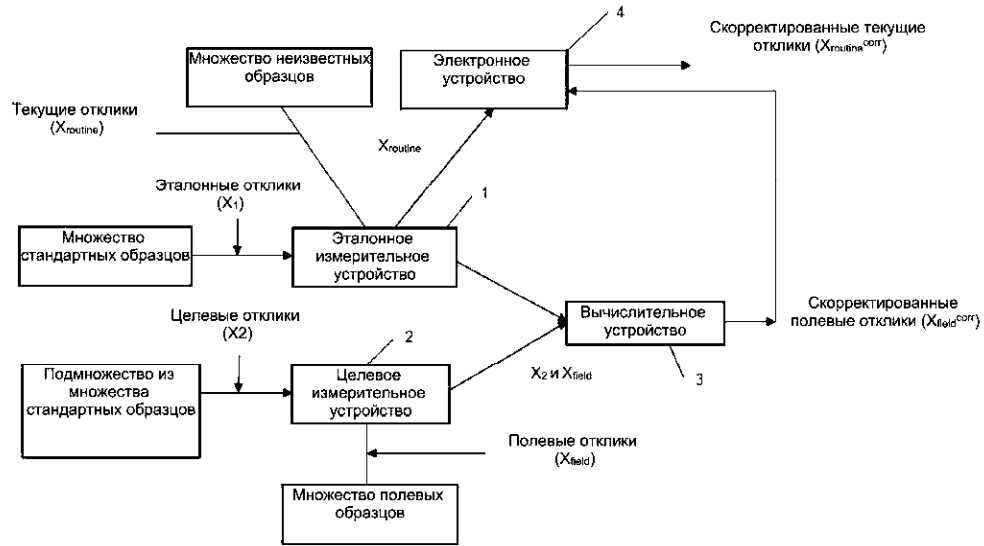
Фиг. 2



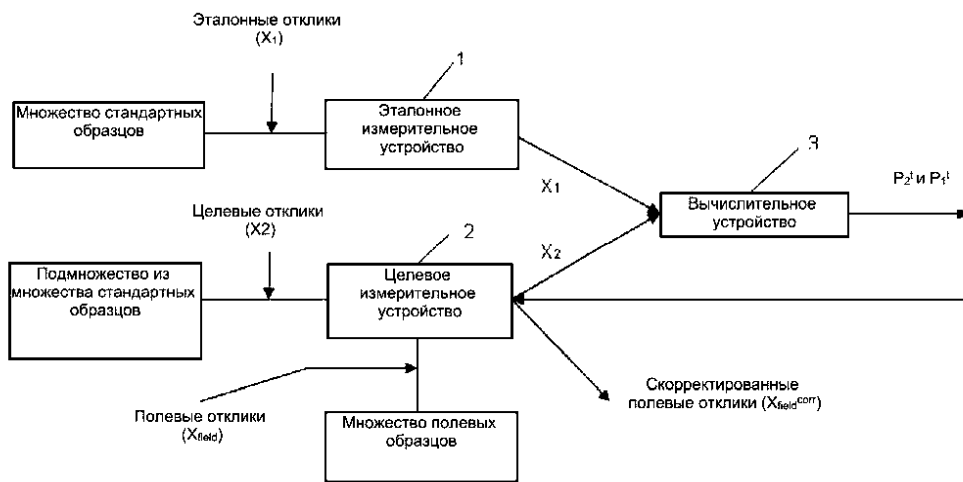
Фиг. 3



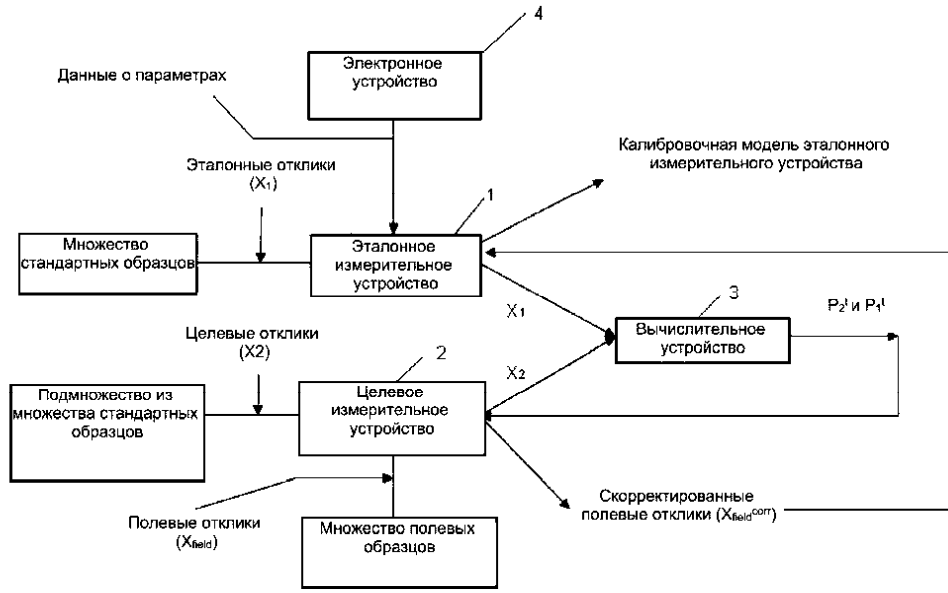
Фиг. 4



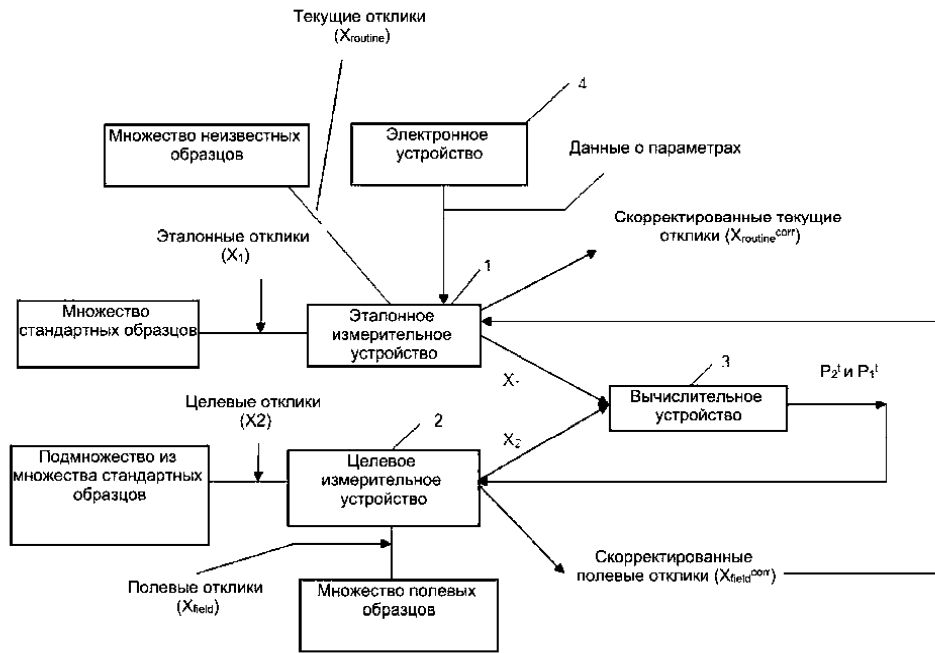
Фиг. 5



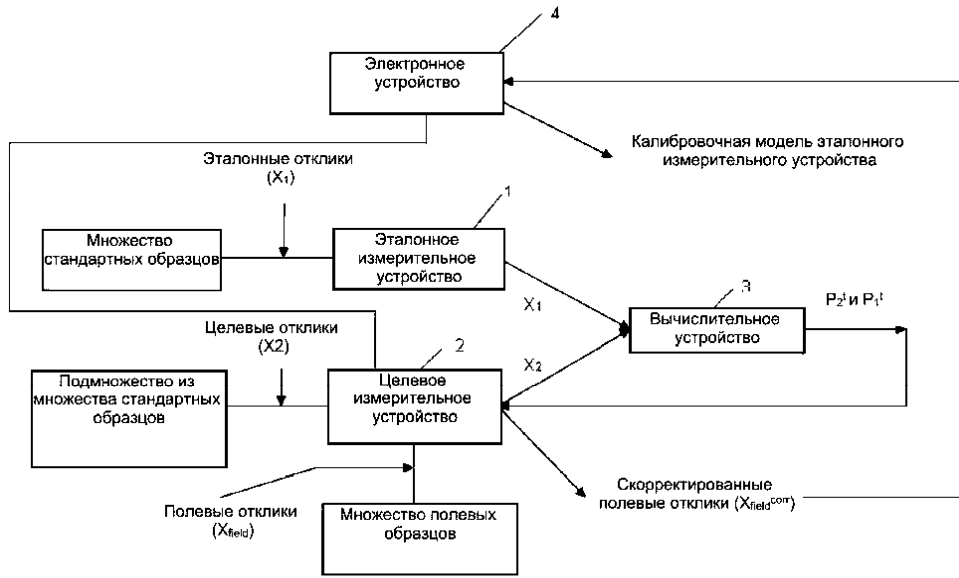
Фиг. 6



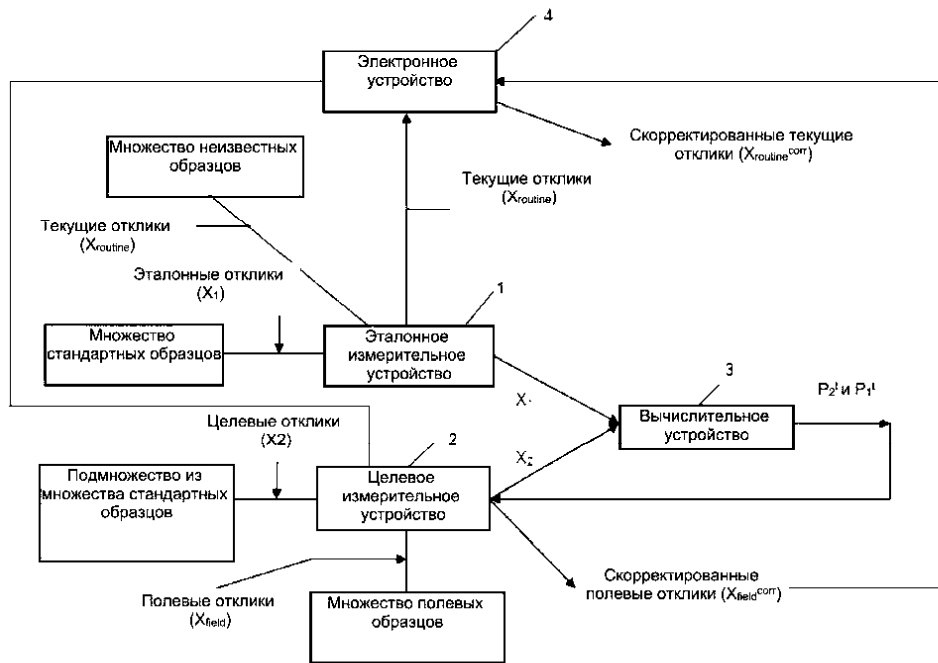
Фиг. 7



Фиг. 8



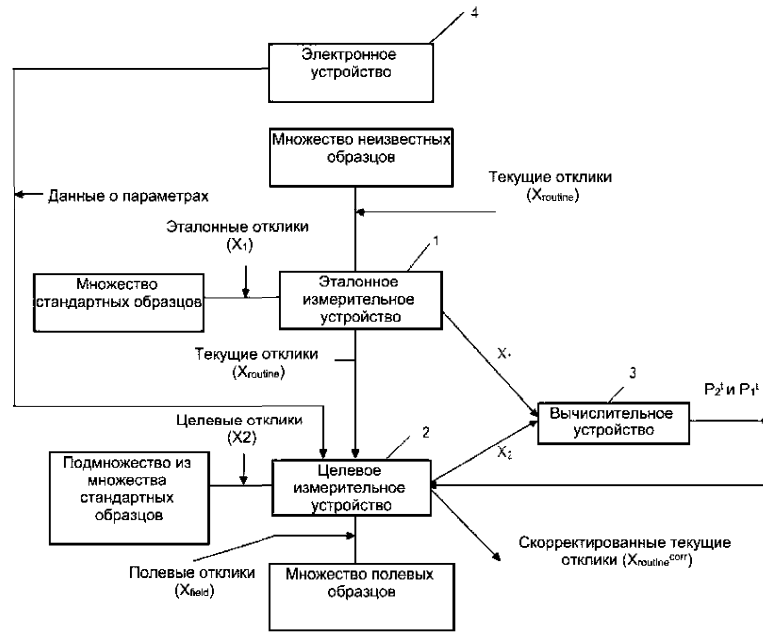
Фиг. 9



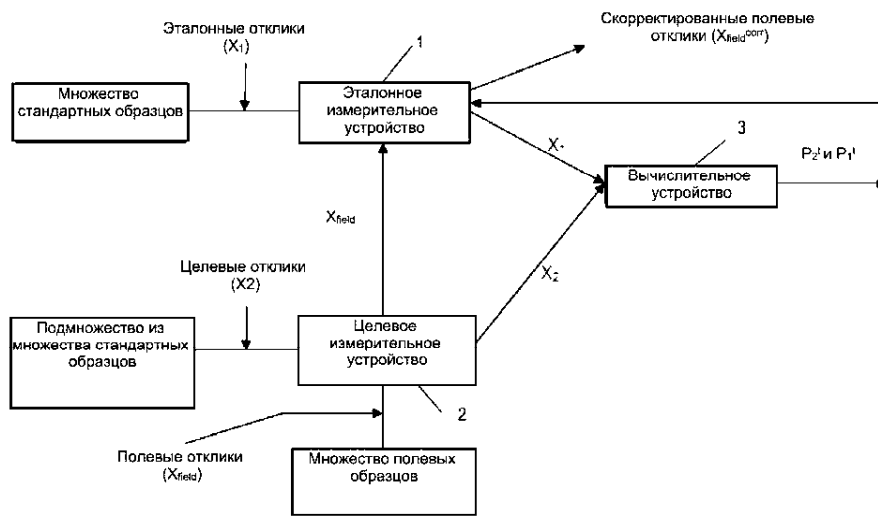
Фиг. 10



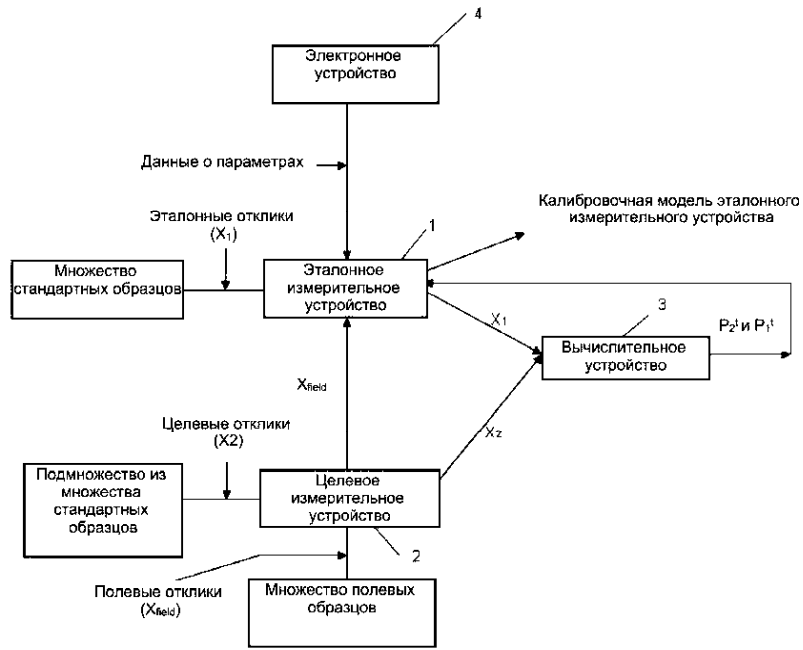
Фиг. 11



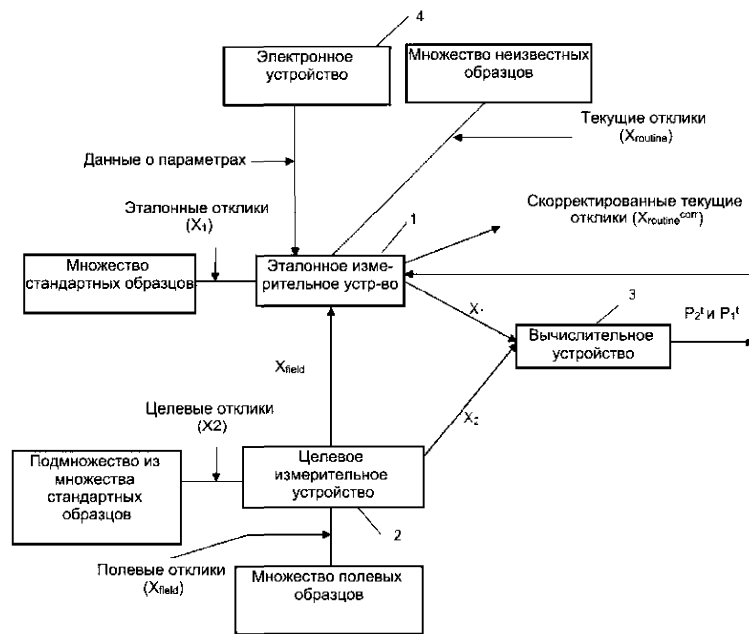
Фиг. 12



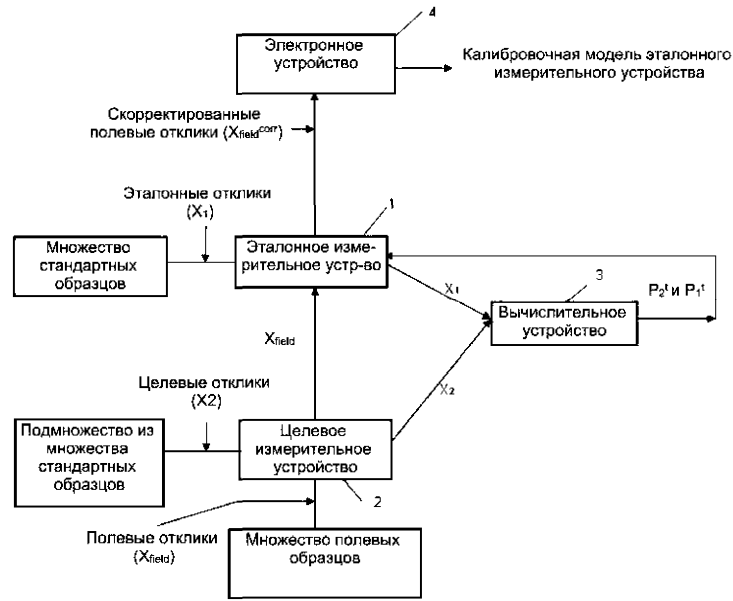
Фиг. 13



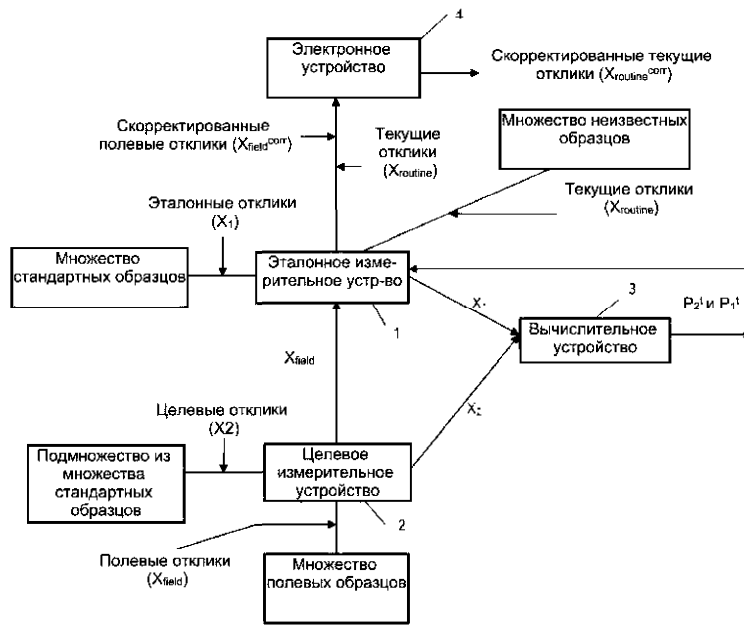
Фиг. 14



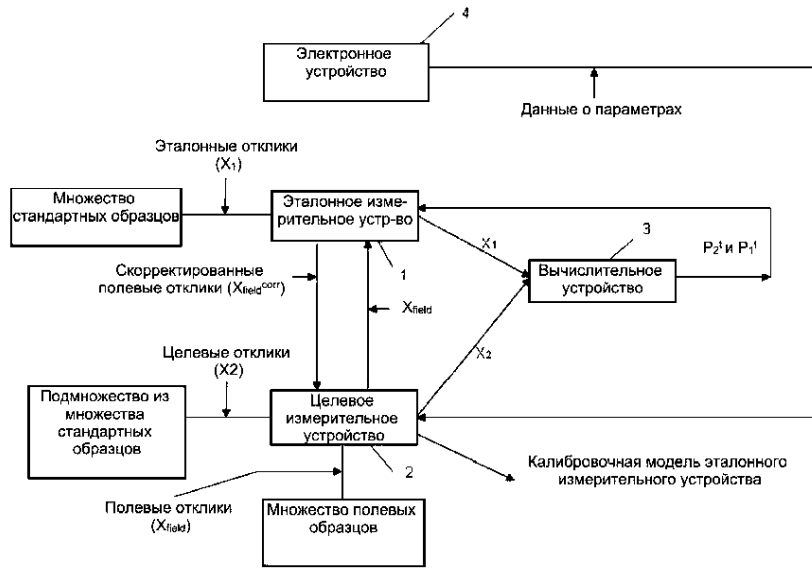
Фиг. 15



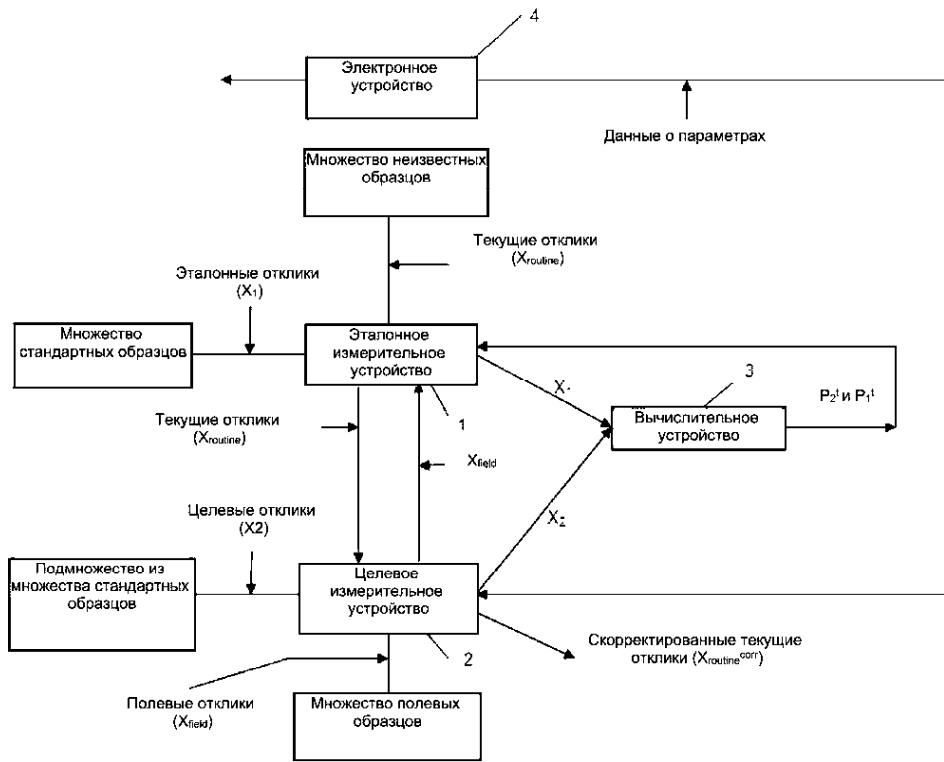
Фиг. 16



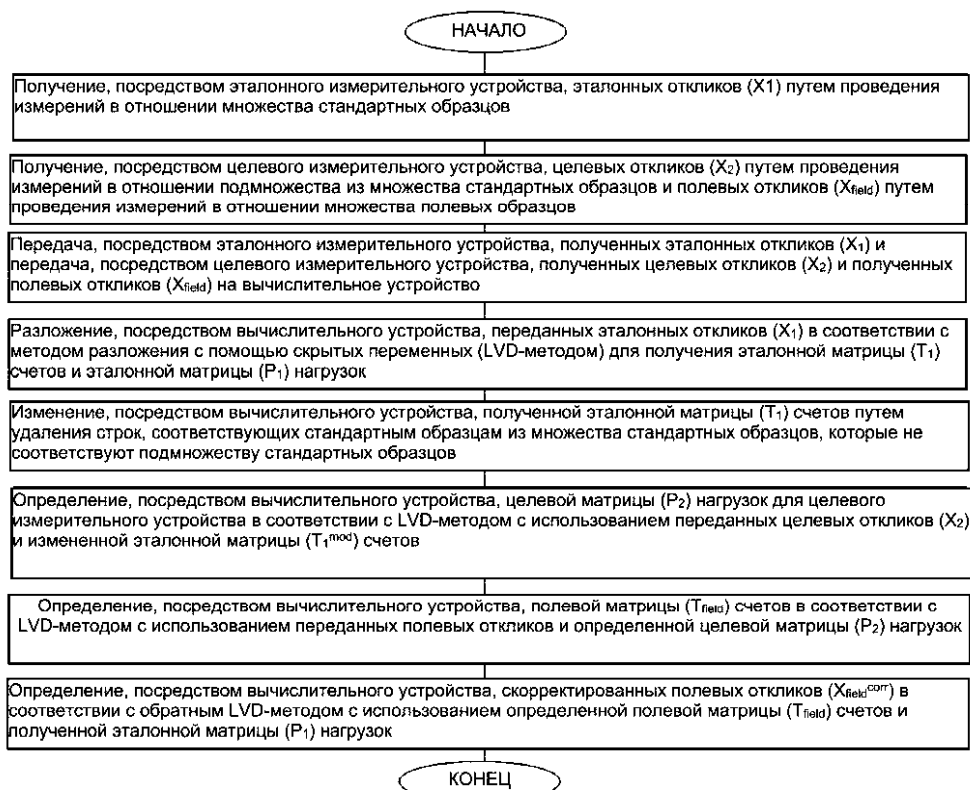
Фиг. 17



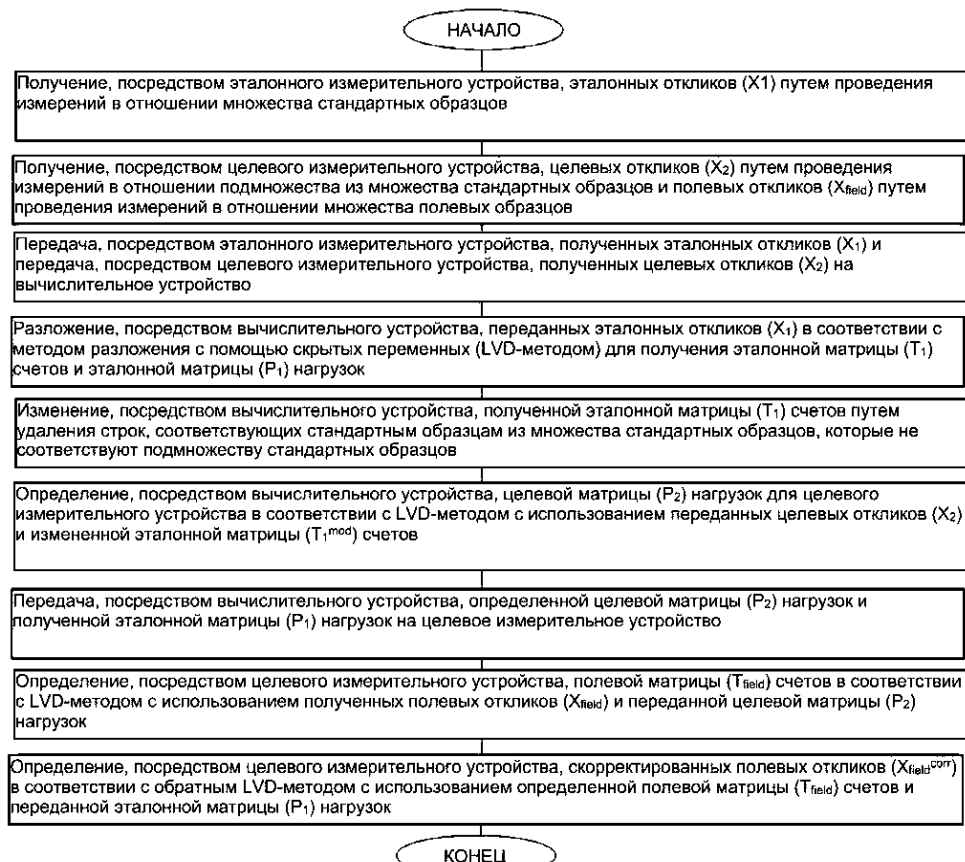
Фиг. 18



Фиг. 19



Фиг. 20



Фиг. 21



Фиг. 22

