

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044702**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.25

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

(21) Номер заявки
202292215

(22) Дата подачи заявки
2021.05.24

(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА (ВАРИАНТЫ)**

(31) **2020119014**

(32) **2020.06.02**

(33) **RU**

(43) **2023.06.05**

(86) **PCT/RU2021/050134**

(87) **WO 2021/246916 2021.12.09**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"АСПЕКТ" (RU)**

(56) Human response to vibration. Measuring instrumentation. IDT. INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION (ISC). ISO 8041:2005, paragraphs 1, 5.1, 5.7, 5.9, 12.1, 12.10, 12.11, 12.13, 12.17, 13, pages 4, 5 fig. 1, 2
RU-U1-51729
CN-A-106546271

(72) Изобретатель:
**Калашников Александр
Александрович (RU)**

(74) Представитель:
Михайлов А.В. (RU)

(57) В первом варианте предлагается способ определения метрологических характеристик каналов приборов (МК), включающий ввод в измерительное устройство (ИУ) опорного значения X_{ref} , приостановку выдачи измерительного сигнала, значение которого функционально зависит от измеряемого параметра; передачу вместо измерительного сигнала тестового сигнала, значение которого функционально зависит от X_{ref} ; получение показаний $Y_{ИК}$, считываемых на устройстве обработки информации и/или индикации ИУ при поступлении тестового сигнала; расчет метрологических характеристик МК и/или его компонентов с учетом значений X_{ref} и $Y_{ИК}$. Согласно второму варианту способа, канал включает в себя МИ с цифровым и аналоговым выходами, аналоговый выход МИ подключен к кабельным линиям измерительной системы (ИС), которая передает полученные показания на один вход блока вычисления (БВ), а другой вход БВ подключен непосредственно к цифровому выходу МИ через цифровой интерфейс данных, при этом БВ вычисляет метрологические характеристики ИС по заданной программе.

044702
B1

044702
B1

Область техники

Группа изобретений относится к измерительной технике и может использоваться для выполнения поверки, калибровки, метрологического самоконтроля и других процедур по оценке метрологических характеристик, а также градуировки промышленных измерительных каналов.

Потенциальными областями применения являются объекты атомной, тепловой и гидроэнергетики, нефтехимической и перерабатывающей промышленности, а также другие производства.

Уровень техники

На сегодняшний день с внедрением и развитием цифровой техники наблюдается повышение уровня автоматизации и увеличение числа измерительных каналов (ИК) на вновь проектируемых и строящихся промышленных объектах. Так, на современных объектах энергетики число измерительных каналов возросло в среднем в 2,5 раза по отношению к проектам 2000-2003 гг. Вместе с тем применяемые в РФ методы поверки и калибровки ИК главным образом основываются на решениях 80-90-х гг., актуальных для того уровня развития автоматизированных систем. В своем большинстве они требуют подключений имитаторов сигналов и других средств измерений к оборудованию ИК, что приводит к неудобству метрологического обслуживания и значительным трудовым затратам. Например, для поверки 14000 ИК на современном энергетическом объекте приблизительно требуется свыше 42000 человеко-часов. Возникла практическая потребность в автоматизации и цифровизации процедур поверки и калибровки ИК с целью оптимизации и повышения эффективности метрологического обслуживания промышленных объектов. Исходя из этого основным назначением заявляемой группы изобретений является достижение этих целей, используя потенциальные и имеющиеся возможности цифровой измерительной техники. Причем, используя только то оборудование, которое будет входить в структуру самого промышленного ИК, не требуя подключения дополнительных средств измерений, эталонов, имитаторов, калибраторов и других источников тестовых сигналов в отличие от известных методов поверки и калибровки.

Известен "Способ градуировки и проверки средств косвенных измерений и эталон для его осуществления" (RU № 2095761, G01F 25/00, опубл. 10.11.1997). Суть изобретения состоит в том, что поверка средств косвенных измерений осуществляется с помощью эталона косвенных измерений путем имитации заданных значений параметров состояния с помощью имитаторов входных переменных в статических и динамических режимах и принятия рассчитанного значения в качестве эталонного значения.

Изобретение имеет типовые представительные недостатки известных решений в отношении точности результатов поверки и необходимых трудовых затрат на её осуществление.

Любой калибратор, средство измерений или рабочий эталон имеют свою погрешность. Следовательно, при их подключении к диагностируемому объекту они априори привнесут свою погрешность и неопределенность в результаты оценки его метрологических характеристик (МХ). Кроме того, в соответствии с нормативно-правовой базой РФ для них тоже потребуются периодические поверки. Это неизбежно влечет за собой дополнительные экономические, трудовые и временные затраты. Причем необходимо учитывать, что поверка рабочих эталонов выполняется только в специализированных центрах, имеющих соответствующую аккредитацию.

Известна "Автоматизированная измерительная система" (RU № 2397530 G05B 13/00, опубл. 20.02.2010, бюл. № 5). Достижимым техническим результатом изобретения является повышение надежности за счет увеличения межповерочного интервала измерительной системы и обеспечения заданного уровня метрологических характеристик измерительной системы в течение межповерочного интервала. Система содержит управляемые источники тестовых воздействий, измерители информативных параметров, измерители параметров неуправляемых внешних воздействий и управляющую ЭВМ. Оценка метрологических характеристик производится путем соединения с помощью соединительных кабелей выходов соответствующих источников стимулирующих воздействий со входами измерителей информативных параметров, при этом соединители при необходимости содержат в своем составе согласующие звенья и обладают стабильными во времени переходными характеристиками, исключающими возникновение дополнительных погрешностей оценки сохранности метрологических характеристик измерительной системы, после чего происходит процесс измерения и оценки метрологических характеристик с помощью программы автоматического контроля сохранности метрологических характеристик, заложенной в управляющей ЭВМ.

Принципиальное отличие от предыдущего решения заключается в том, что управляемый источник тестовых воздействий и многочисленные дополнительные средства измерений включаются в сам состав измерительной системы. Следовательно, все вышеперечисленные недостатки предыдущего метода будут присущи этой системе. В довершение ко всему придется дополнительно решать достаточно сложную задачу приема тестовых воздействий измерителем в режиме непрерывного технологического процесса. В результате мало того, что сам измеритель должен быть адаптирован для такой системы, и ещё необходимо установить целый ряд дополнительного оборудования. Всё это приводит к повышению стоимости такой системы и сужению области её применения.

Известен "Мобильный комплекс метролога", который применяется на некоторых объектах энергетики (Свидетельство об утверждении типа средства измерения № 57995, рег. номер в российском госреестре средств измерений № 59976-15, опубл. 08.05.2018; наименование СИ "Комплексы программно-

технические", обозначение типа СИ "Мобильный комплекс метролога (МКМ)"). Область применения и назначение этого комплекса отчасти схожи с заявляемой группой изобретений.

Комплекс предназначен для автоматизации процедур калибровки и поверки вторичной части ИК в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП). В структуру МКМ входят:

- переносной персональный компьютер (ноутбук) со встроенным адаптером интерфейса Ethernet для подключения к локальным сетям испытываемых управляющих систем,
- калибраторы электрических сигналов,
- мультиметры,
- интерфейсы связи ноутбука с калибраторами, мультиметрами, вычислительными сетями типа Ethernet и со шкафами ТХС испытываемых управляющих систем.

Комплекс работает следующим образом:

- с помощью калибраторов имитируются выходные электрические сигналы датчиков,
- посредством мультиметров выполняется измерение электрических сигналов,
- по локальной сети принимается информация от испытываемых управляющих систем,
- выполняется расчет погрешности,
- проводится оценка соответствия ИК установленным требованиям,
- формируется и сохраняется протокол проведения испытаний.

Установленный межповерочный интервал такого комплекса составляет 1 год, входящих в него калибраторов - 1 и 2 года, мультиметров - 2 года.

Недостатком комплекса является необходимость в многочисленных переключениях кабельных линий, выполняемых вручную, и прерывание работы ИК. Таким образом, автоматизация процедур поверки обеспечивается только в объеме сбора и обработки информации, а также формирования протокола испытаний.

Задача повышения точности результатов поверки здесь не решается, хотя теоретически это представляется возможным. Если использовать мультиметры более высокого класса точности, чем калибраторы, тогда значения тестовых сигналов будут определены с более высокой точностью. В таком случае результаты поверки по отношению к широко распространенным методам с использованием отдельно взятых калибраторов были бы выше.

Исходя из назначения комплекса, оценка метрологических характеристик (МХ) выполняется только в объеме вторичной части ИК, не учитывая погрешности кабельного тракта, вторичных и нормирующих преобразователей и ряда другого оборудования, входящего в состав ИК.

В общем и целом, МКМ в определенной степени позволяет автоматизировать процедуры поверки ИК, но при этом необходимость кабельных переключений сохраняется; с учетом применения калибраторов и мультиметров он обладает такими же типовыми недостатками, что и вышеперечисленные известные решения. Собственная погрешность калибраторов, мультиметров и других средств измерений скажется на результатах поверки ИК, и все они требуют своего периодического метрологического обслуживания. Это приводит к дополнительным эксплуатационным затратам.

Раскрытие изобретения

Задачей заявляемой группы изобретений является разработка способа определения МХ ИК, позволяющего автоматизировать процедуры поверки ИК и исключить при этом необходимость применения калибраторов, мультиметров и любых других дополнительных средств измерений, не входящих в структуру ИК.

В качестве уточнения. Под измерительным каналом понимается конструктивно или функционально выделяемая часть измерительной системы, выполняющая законченную функцию от восприятия измеряемой величины до получения результата ее измерений, выражаемого числом или соответствующим ему кодом, или до получения аналогового сигнала, один из параметров которого - функция измеряемой величины (термин ГОСТ Р 8.596-2002 "ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения"). Заявляемая группа изобретений предназначена для определения МХ ИК в границах от выходного преобразования измерительного устройства (генерации его выходного сигнала) до устройств приема и обработки информации и/или показывающих устройств. Под измерительным устройством (ИУ) понимается средство измерений, для которого отдельно нормированы метрологические характеристики, например, первичный измерительный преобразователь, вторичный или нормирующий преобразователь, датчик, модуль программно-технического комплекса, осуществляющий преобразования измерительного сигнала.

Таким образом, поставленная задача определения МХ решается в гораздо больших границах ИК в отличие от МКМ, область действия и назначение которого ограничены только вторичной частью ИК.

Техническими результатами являются повышение точности оценки МХ ИК и сокращение трудозатрат на выполнение его периодических поверок. Первое обеспечивается за счет того, что в отличие от известных методов поверку предлагается производить не относительно текущего значения тестового сигнала, а от опорного абсолютно известного значения, получаемого (задаваемого) на ИУ, с учетом которого этот сигнал формируется. В таком случае, с одной стороны, исключается необходимость в опре-

делении/ измерении тестового сигнала, с другой - повышается точность в связи с тем, что опорное значение абсолютно известно без каких-либо приближений. Эти принципы предлагается реализовать на базе ИУ в составе самого ИК в автоматизированном или автоматическом режиме, исключая тем самым необходимость применения калибраторов и сокращая трудозатраты и время на выполнение периодического метрологического обслуживания ИК.

Другой технический результат заключается в том, что определение МХ можно выполнять не только для ИК в целом, но и одновременно с ним для его компонентов по отдельности. Это обеспечивается за счет возможности фиксации показаний на момент выполнения поверки ИК не только на показывающих устройствах, но и устройствах приема и обработки информации. Это позволяет оценить погрешность измерений на каждом таком устройстве по мере прохождения сигнала и сократить трудозатраты по отношению к применяемым покомпонентным методам поверки ИК. Кроме того, это сокращает время обнаружения и идентификации дефекта на конкретном устройстве в составе ИК.

Заявляемые технические результаты достигаются с помощью выполнения способа определения МХ ИК, реализуемого в двух вариантах.

По первому варианту способ определения МХ ИК, в котором происходит передача измерительного сигнала от ИУ к устройствам обработки информации и/или показывающим устройствам, заключается в выполнении следующих этапов:

на ИУ вводится опорное значение $X_{оп}$ в пределах шкалы измерений или диапазона выходного сигнала ИУ,

ИУ приостанавливает выдачу измерительного сигнала, значение которого функционально зависит от измеряемого параметра (например, давления, расхода жидкости, силы электрического тока),

вместо измерительного сигнала по ИК передается тестовый сигнал от ИУ, значение которого функционально зависит от $X_{оп}$,

на устройствах обработки информации и/или показывающих устройствах, входящих в состав ИК, фиксируют показание $Y_{ИК}$, полученное при приеме тестового сигнала,

с учетом значений $X_{оп}$ и $Y_{ИК}$ рассчитываются метрологические характеристики ИК.

Для выполнения такого способа и генерации необходимого тестового сигнала работа ИУ в составе ИК осуществляется следующим образом:

в ИУ вводится опорное значение $X_{оп}$ с помощью интерфейса ввода данных,

ИУ прерывает выдачу выходного измерительного сигнала, значение которого функционально зависит от измеряемого параметра,

ИУ генерирует выходной тестовый сигнал, значение которого функционально зависит от $X_{оп}$ или равняется ему.

Такой способ работы ИУ реализуется дополнительно к его штатным функциям по осуществлению измерений с целью выполнения калибровки и поверки ИК. Именно это позволяет исключить необходимость применения калибраторов и любых других дополнительных средств измерений для поверки и калибровки ИК.

Существенное преимущество такой вариации заявляемого способа определения МХ ИК состоит в том, что поверку можно выполнять в нескольких точках шкалы измерений, повторяя вышеперечисленные действия для разных значений $X_{оп}$. Недостаток заключается в том, что требуется временно приостановить работу ИК (его процесс измерений). Хотя эта пауза представляется не столь долгой, тем не менее она ограничивает область его применения в тех условиях, когда нельзя прерывать процесс измерений ИК на предприятии.

Для таких условий эксплуатации производственного объекта предлагается второй вариант заявляемого способа определения МХ ИК, который базируется на одновременной передаче сигнала от ИУ из состава ИК по цифровому и аналоговому интерфейсам.

Так, по второму варианту способа определения МХ измерительного канала, содержащего измерительное устройство (ИУ) с аналоговым и цифровым выходами, аналоговый выход ИУ подключен к кабельным линиям ИК, который передает полученные показания на один вход блока вычислений (БВ), а другой вход БВ напрямую соединен с цифровым выходом ИУ через интерфейс с цифровой передачей данных, при этом БВ осуществляет вычисления метрологических характеристик ИК по заданной программе, заключающийся в выполнении следующих этапов:

ИУ выполняет оцифровку измеряемого параметра, получая его текущее значение $X_{оп}$ в цифровом виде (используемого в качестве опорного значения для расчетов МХ ИК),

с аналогового выхода ИУ по ИК передается измерительный сигнал, функционально зависимый от $X_{оп}$, а через цифровой выход ИУ передается непосредственно значение $X_{оп}$ на БВ,

показания $Y_{ИК}$ с измерительного канала передаются на БВ,

БВ непрерывно во времени вычисляет метрологические характеристики ИК по заданной программе с учетом текущих значений $X_{оп}$ и $Y_{ИК}$.

Такой второй вариант заявляемого способа в отличие от первого требует не только соответствующей работы ИУ в составе ИК, но и дополнительного применения БВ (например, реализованного на базе ЭВМ). Это дает свои преимущества. Обеспечивается выполнение поверки ИК в режиме онлайн, и ис-

ключается необходимость непосредственных контактов эксплуатационного персонала с ИУ, что особенно актуально в задачах минимизации воздействия вредных факторов на человека.

Таким образом, оба из предлагаемых вариантов имеют свои преимущества в конкретных условиях эксплуатации. Обладают единым изобретательским замыслом и решают задачу определения МХ ИК в автоматизированном или автоматическом режиме, не прибегая к использованию рабочих эталонов, калибраторов, тестеров и любых других средств измерений, не входящих в структуру самого промышленного ИК.

Из уровня техники не обнаружено источников информации, раскрывающих сущность заявляемого способа определения МХ ИК. Следовательно, можно констатировать о соответствии заявляемой группы изобретений критериям "новизна" и "изобретательский уровень".

Далее по тексту приводятся примеры конкретного осуществления способа определения МХ ИК.

Краткое описание фигур чертежей

На фигуре схематично представлена передача сигнала от ИУ по второму варианту способа определения МХ ИК.

Осуществление изобретения

По первому варианту работа ИУ в составе ИК реализуется следующим образом:

в ИУ с помощью интерфейса ввода данных вводится опорное значение $X_{оп}$. В качестве интерфейса ввода данных может использоваться кнопочный интерфейс, который вводит значение в память микроконтроллера ИУ. Например, как это реализовано в датчиках давления Метран-22 с целью введения пределов шкалы измерений ("СПГК.1529.000 РЭ. Руководство по эксплуатации. Датчики давления Метран 22. - Челябинск: Метран, 2009. - 130 с.").

ИУ приостанавливает выдачу измерительного сигнала, значение которого функционально зависит от измеряемого параметра. Это осуществляется за счет прерывания соответствующей работы микроконтроллера ИУ. Запуск такого прерывания выполняется по управляющей команде, передаваемой микроконтроллеру посредством интерфейса ввода данных ИУ.

ИУ генерирует выходной тестовый сигнал, значение которого функционально зависит от $X_{оп}$. Это осуществляется за счет цифро-аналогового преобразования значения $X_{оп}$, введенного в памяти микроконтроллера ИУ, в выходной электрический аналоговый сигнал. Если значение $X_{оп}$ введено в абсолютных единицах, процентах или долях от шкалы измерений ИУ, то преобразование может осуществляться, например, по линейно-возрастающей зависимости:

$$S = S_{min} + \frac{S_{max} - S_{min}}{X_{max} - X_{min}} \cdot (X_{ref} - X_{min}) \quad (1)$$

где S - текущее значение выходного (тестового) сигнала,

S_{max} - верхнее предельное значение выходного сигнала ИУ,

S_{min} - нижнее предельное значение выходного сигнала ИУ,

X_{max} и X_{min} - верхний и нижний пределы шкалы измерений ИУ соответственно.

Если значение $X_{оп}$ введено в абсолютных единицах, процентах или долях от диапазона значений выходного сигнала ИУ, то текущее значение $S=X_{оп}$. В качестве выходного тестового сигнала может использоваться унифицированный токовый сигнал в диапазоне от 4 до 20 мА, сигнал по напряжению в диапазоне от 2 до 10 В или от 0 до 10 В, частотные и другие электрические сигналы.

Осуществляемая таким образом работа ИУ обеспечивает выполнение способа определения МХ ИК (по первому варианту). Рассмотрим соответствующее определение МХ на примере конкретного промышленного ИК давления, в котором происходит передача измерительного сигнала от такого ИУ к устройствам приема и обработки информации, реализованным на базе программно-технического комплекса (ПТК) ТПТС производства ФГУП "ВНИИА", и от них к показывающему устройству, в качестве которого выступает пульт оператора системы верхнего блочного уровня (СВБУ) производства АО "РАСУ". Данное оборудование применяется на электростанциях российского дизайнера, а выбранная структура ИК (последовательность прохождения сигнала) является типовой для промышленных объектов с трехуровневой структурой автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП).

Итак, определение МХ такого промышленного ИК осуществляется следующим образом:

на ИУ, работа которого реализована вышеуказанным способом, задается опорное значение $X_{оп}$ в процентах от шкалы измерений,

ИУ приостанавливает выдачу измерительного сигнала, функционально зависимо от измеряемого давления,

вместо измерительного сигнала по ИК передается тестовый сигнал от ИУ, текущее значение которого вычисляется от $X_{оп}$ по формуле (1),

ПТК ТПТС принимает и обрабатывает тестовый сигнал от ИУ в соответствии с тем алгоритмом, который предусмотрен проектом АСУТП производственного объекта. Полученная информация от ПТК ТПТС передается на СВБУ,

на пульте оператора СВБУ фиксируют полученное показание $Y_{ик}$, которое не только отображается

на мониторе, но и записывается в архив СВБУ,

с учетом значений $X_{оп}$ и $Y_{ИК}$ рассчитывают метрологические характеристики ИК. В частности, расчет абсолютной погрешности выполняется по формуле

$$\Delta = \pm |X_{ref} - Y_{ИК}| \quad (2)$$

Расчет относительной погрешности:

$$\delta = \frac{\Delta}{|Y_{max} - Y_{min}|} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где Y_{max} и Y_{min} - верхний и нижний пределы шкалы измерений ИК соответственно.

Расчеты метрологических характеристик ИК могут выполняться эксплуатационным персоналом вручную или в автоматическом режиме за счёт соответствующей программы, реализованной на базе программно-технических средств СВБУ.

Учитывая тот факт, что в таком промышленном ИК данные от ПТК ТПТС передаются на СВБУ по цифровому интерфейсу связи, то значение $Y_{ИК}$ является показанием, снятым как с пульта оператора, так и с цифрового модуля ПТК ТПТС. Поэтому полученные результаты расчетов МХ можно использовать не только для поверки ИК в целом, но и для поверки ПТК ТПТС (компонента этого ИК).

Резюмируя данный пример конкретного осуществления заявляемого способа по первому варианту, можно отметить следующее. Передача самого опорного значения $X_{оп}$ здесь не требуется, так как оно заранее известно и введено в ИУ. Это позволяет исключить необходимость дополнительных линий связей и любых переключений кабельных линий ИК для его поверки и калибровки. Единственный недостаток заключается в том, что необходимо приостановить процесс измерений ИК на время его поверки.

Определять МХ ИК в режиме онлайн без прерывания процесса его измерений позволяет второй вариант заявляемого способа определения МХ ИК. Далее приводится пример его осуществления для промышленного ИК давления.

Для определения МХ ИК производится передача сигналов в соответствии со схемой, представленной на фигуре. Измерительное устройство 1, входящее в состав ИК, оцифровывает измеряемый параметр давления, получая его текущее значение $X_{оп}$ в цифровом виде. По цифровому интерфейсу связи Ethernet значение $X_{оп}$ передается в блок вычислений 3. Одновременно с этим от ИУ по кабельным линиям передается аналоговый токовый сигнал S в измерительный канал 2. В измерительном канале 2 происходит обработка сигнала S с получением показаний $Y_{ИК}$. Полученные показания $Y_{ИК}$ передаются от измерительного канала в блок вычислений 3 по цифровому интерфейсу связи Ethernet. Блок вычислений 3 определяет МХ ИК по заданной программе с учетом текущих значений $X_{оп}$ и $Y_{ИК}$, например, по формулам (2) и (3).

Здесь в качестве ИУ используется манометр "АДМ-100.3" (http://www.kb-agava.ru/kontrolnoizmeritelnye_pribory/adm), который с цифрового выхода передает значение по сети Ethernet, с аналогового - унифицированный токовый сигнал от 4 до 20 мА, линейно пропорциональный оцифрованному значению давления.

В качестве ИК выступает канал с типовой промышленной структурой, где токовый унифицированный сигнал от ИУ принимается и обрабатывается программно-техническим комплексом ТХС производства AREVA. Полученные показания от ТХС передаются на пульт оператора системы верхнего блочного уровня (СВБУ) производства АО "РАСУ", которая позволяет принимать и передавать данные по сети Ethernet.

Блок вычислений (БВ) реализуется либо на базе отдельной ЭВМ, либо на базе программно-технических средств СВБУ.

Такая реализация позволяет определять МХ ИК в режиме онлайн, не прерывая процесс его измерений. В результате исключается необходимость непосредственного контакта эксплуатационного персонала с ИУ, и, следовательно, исключается воздействие вредных факторов на человека при поверке или калибровке ИК. Таким образом, этот вариант способствует развитию промышленности в части удаленного метрологического онлайн обслуживания, актуального для потенциально опасных производств.

Оба заявляемых варианта способа определения МХ ИК позволяют автоматизировать процедуры поверки и калибровки ИК, не применяя рабочие эталоны, калибраторы, имитаторы, мультиметры и любые другие средства измерений, не входящие в структуру ИК. Вместе с тем исключается необходимость в подключениях кабельных линий ИК, и, следовательно, исключаются связанные с этим ошибки по причине человеческого фактора. Вероятность таких ошибок обусловлена большим числом ИК на предприятиях. Например, для поверки одного только цифрового модуля программно-технического комплекса, входящего в состав ИК, необходимо отключить/подключить в среднем свыше 50 кабельных жил. Учитывая современные тенденции по многократному увеличению числа ИК на вновь проектируемых и строящихся объектах энергетики, применение заявляемого способа имеет особую актуальность.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ определения метрологических характеристик измерительного канала (ИК) и его компонентов, в котором происходит передача измерительного сигнала от измерительного устройства (ИУ) к устройствам обработки информации и/или показывающим устройствам, заключающийся в выполнении следующих этапов:

на ИУ вводится опорное значение $X_{оп}$ в пределах шкалы измерений или диапазона выходного сигнала ИУ,

ИУ приостанавливает выдачу измерительного сигнала, значение которого функционально зависит от измеряемого параметра,

вместо измерительного сигнала по ИК передается тестовый сигнал от ИУ, значение которого функционально зависит от $X_{оп}$,

на устройстве обработки информации и/или показывающем устройстве ИК фиксируют показание $Y_{ИК}$, полученное при приеме тестового сигнала,

с учетом значений $X_{оп}$ и $Y_{ИК}$ рассчитывают метрологические характеристики ИК и/или его компонентов.

2. Способ работы ИУ, входящего в состав ИК, реализующий передачу тестового сигнала для осуществления способа по п.1 в следующем порядке:

в ИУ вводится опорное значение $X_{оп}$, задаваемое с помощью интерфейса ввода данных,

ИУ прерывает выдачу выходного измерительного сигнала, значение которого функционально зависит от измеряемого параметра,

ИУ генерирует выходной тестовый сигнал, значение которого функционально зависит от $X_{оп}$ или равняется ему.

3. Способы по пп.1 и 2, отличающиеся тем, что опорное значение $X_{оп}$ задается в абсолютных единицах в пределах шкалы измерений или диапазона выходного сигнала ИУ.

4. Способы по пп.1 и 2, отличающиеся тем, что опорное значение $X_{оп}$ задается в процентах или долях от длины шкалы измерений или от длины диапазона выходного сигнала ИУ.

5. Способ определения метрологических характеристик измерительного канала (ИК), содержащего измерительное устройство (ИУ) с аналоговым и цифровым выходами, при этом аналоговый выход ИУ подключен к кабельным линиям ИК, который передает полученные показания на один вход блока вычислений (БВ), а другой вход БВ напрямую соединен с цифровым выходом ИУ через интерфейс с цифровой передачей данных, при этом БВ осуществляет вычисления метрологических характеристик ИК по заданной программе, заключающийся в выполнении следующих этапов:

ИУ выполняет оцифровку измеряемого параметра, получая его текущее значение $X_{оп}$ в цифровом виде,

от аналогового выхода ИУ по ИК передается измерительный сигнал, функционально зависимый от $X_{оп}$, а через цифровой выход ИУ значение $X_{оп}$ непосредственно передается к БВ,

полученные показания $Y_{ИК}$ с измерительного канала передаются на БВ,

БВ непрерывно во времени вычисляет метрологические характеристики ИК по заданной программе с учетом текущих значений $X_{оп}$ и $Y_{ИК}$.

