

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
(ФГУП «УНИИМ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ФГУП «УНИИМ»



С. В. Медведевских

2017 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Модули измерительные серий
imc CRONOS / imc C-SERIES / imc CANSAS / imc SPARTAN

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 45-262-2017

Екатеринбург

2017

Предисловие

РАЗРАБОТАНА ФГУП «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»), г. Екатеринбург

Исполнители: А.А. Лхмеев, А.М. Шабуров (ФГУП «УНИИМ»)

Утверждена ФГУП «УНИИМ» в 07 августа 2017 г.

ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения ФГУП «УНИИМ».

СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	4
2	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
3	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	4
4	СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	5
5	ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	5
6	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	5
7	УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ	5
8	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
8.1	ВНЕШНИЙ ОСМОТР, ПРОВЕРКА КОМПЛЕКТНОСТИ	6
8.2	ОПРОБОВАНИЕ	6
8.3	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК	6
9	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	9
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	10
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	11

Модули измерительные серий
imc CRONOS / imc C-SERIES / imc CANSAS / imc SPARTAN
Методика поверки

МП 45-262-2017

Дата введения: - 07.08.2017

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на модули измерительные серий imc CRONOS / imc C-SERIES / imc CANSAS / imc SPARTAN (далее – модули), производимые фирмой IMC Mess-systeme GmbH, Германия, предназначенные для измерения и (или) преобразования электрических сигналов (напряжение, ток) от различных электромеханических датчиков и термодатчиков, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Рекомендуемый интервал между поверками – 2 года.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.

Приказ Минпромторга России от 02.07.2015 N 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

ГОСТ 8.027-2001 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы.

ГОСТ 8.022-91 ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 30 А.

Приложение к приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 февраля 2016 г. № 146 Государственная поверочная схема для средств измерений электрического сопротивления.

ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.

ГОСТ 6651-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 8.585-2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования.

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 1. При получении отрицательного результата по той или иной операции поверку прекращают. Модуль бракуют и оформляют результаты по 9.2.

Таблица 1

Наименование операции	Пункт методики
Внешний осмотр, проверка комплектности	8.1
Опробование	8.2
Определение метрологических характеристик	8.3

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют эталоны, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Пункты методики	Наименование и тип средства поверки, его метрологические и основные технические характеристики
8.2, 8.3	- рабочий эталон 3 разряда единицы напряжения постоянного электрического тока в диапазоне значений от $5 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^3$ В по ГОСТ 8.027-2001, 2 разряда единицы силы постоянного электрического тока в диапазоне значений от $5 \cdot 10^{-9}$ до 30 А по ГОСТ 8.022-91, Госреестр СИ № 22125-01; - рабочий эталон 3 разряда единицы электрического сопротивления в диапазоне значений от 0,1 до 12222,1 Ом согласно приложению, к приказу от 15 февраля 2016 г. № 146, Госреестр СИ 4614-74; - рабочий эталон 3 разряда единицы температуры в диапазоне значений от минус 50 до 450 °С по ГОСТ 8.558-2009, Госреестр СИ № 19736-11, Госреестр СИ № 32777-06; - рабочий эталон 3 разряда единицы электрического напряжения постоянного тока вольта в диапазоне значений от 0,01 мВ до 1000 В по ГОСТ 8.027-2001, Госреестр СИ № 9985-89; - рабочий эталон 3 разряда единицы напряжения постоянного электрического тока в диапазоне значений от 0 до 10 В по ГОСТ 8.027-2001, 2 разряда единицы силы постоянного электрического тока в диапазоне значений от 0 до $20 \cdot 10^{-3}$ А по ГОСТ 8.022-91, Госреестр СИ № 19612-03.

Допускается применение эталонных СИ, отличных от приведенных в таблице 2, при условии обеспечения необходимой точности измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускают лиц, работающих в организации, аккредитованной на право поверки, изучивших настоящую методику, эксплуатационные документы на модули, имеющих стаж работы в качестве поверителей средств измерений электрических величин не менее одного года.

6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При поверке модулей соблюдают требования электробезопасности по ГОСТ 12.3.019-80 и руководствуются Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденными Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н.

7 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены, за исключением особо оговариваемых, следующие условия:

- температура окружающей среды..... (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха $(30 - 80)$ %;
- напряжение постоянного тока $(7-50)$ В.

7.2 Условия применения вспомогательных средств измерений, вспомогательных устройств и поверочных приспособлений должны соответствовать НТД на них.

7.3 Эталоны и средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

7.4 Проверяют наличие действующих свидетельств об аттестации эталонов и свидетельств о поверке СИ.

7.5 Модуль перед поверкой должен находиться в климатических условиях, указанных в 7.1, не менее 2 ч.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр, проверка комплектности

8.1.1 Представленный на поверку модуль должен быть полностью укомплектован (дополнительно предоставляются разъемы для подключения модуля к эталонному оборудованию и имитатор из резисторов с малым температурным дрейфом).

8.1.2 Извлечь модуль из упаковочной тары, проверить его комплектность на соответствие эксплуатационной документации.

8.1.3 Визуальным осмотром проверить наличие и четкость маркировочных надписей, убедиться в отсутствии внешних механических повреждений корпуса.

8.1.4 Модуль не должен иметь ни одной из перечисленных ниже неисправностей:

- неудовлетворительные контакты и крепление разъемов и гнезд;
- повреждение изоляции внешних токоведущих частей;
- грубые механические повреждения наружных частей.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании модуля проверяют его исправность и работоспособность, исправность и надежность крепления разъемов и гнезд.

Подключить к модулю внешние устройства в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.

Подать на модуль питание от источника. Убедиться, что выводимая на компьютере информация соответствует требованиям эксплуатационной документации.

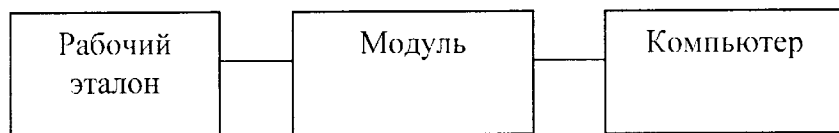


Рисунок 1 - Структурная схема подключения модуля к внешним устройствам

8.2.2 Если операции пункта 8.2.1 выполнены успешно, следует считать встроенное программное обеспечение функционирующим нормально.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Проверка диапазона измерения и определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения напряжения

Перед началом работ собирают схему, представленную на рисунке 2.

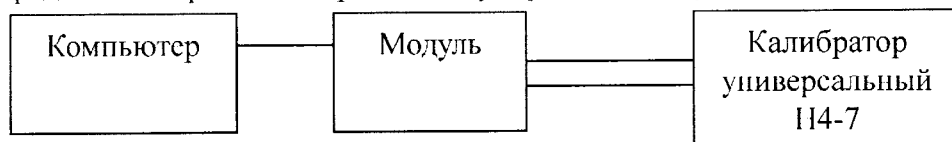


Рисунок 2 – Схема соединений

Проверку производят путем измерения модулем напряжения установленного с помощью калибратора, подключенного к входным клеммам модуля. Измерения выполняют при значениях напряжения -100, -50, -10, -1, 0, 1, 10, 50, 100 % от максимального напряжения диапазона измерительного канала модуля.

Приведенную погрешность измерения напряжения в i – точке диапазона вычисляют по формуле

$$\gamma_{U_i} = \frac{|U_{изм i} - U_{зад i}|}{U_{ном}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $U_{изм i}$ – напряжение, измеренное модулем в i – точке, В;

$U_{зад i}$ – значение напряжения, заданное с помощью калибратора в i – точке, В;

$U_{ном}$ – значение напряжения, максимального для данного предела измерений, В.

Результат признают положительным, если приведенная погрешность измерения напряжения находится в интервале $\pm 0,1$ %.

8.3.2 Проверка диапазона измерения и определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения силы тока

Перед началом работ собирают схему, представленную на рисунке 2.

Проверку производят путем измерения модулем силы тока установленного с помощью калибратора, подключенного к входным клеммам модуля. Измерения выполняют при значениях силы тока -100, -50, -10, -1, 0, 1, 10, 50, 100 % от максимальной силы тока диапазона измерительного канала модуля.

Приведенную погрешность измерения силы тока в i – точке диапазона вычисляют по формуле

$$\gamma_{ii} = \frac{|I_{изм\ i} - I_{зад\ i}|}{I_{ном}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $I_{изм\ i}$ – сила тока, измеренная модулем в i – точке, А;

$I_{зад\ i}$ – значение силы тока, заданное с помощью калибратора в i – точке, А;

$I_{ном}$ – значение силы тока, максимальное для данного предела измерений, А.

Результат признают положительным, если приведенная погрешность измерения силы тока находится в интервале $\pm 0,1$ %.

8.3.3 Проверка диапазона измерения и определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения мостового датчика

Проверку приведенной погрешности измерения мостового датчика производят с помощью имитатора моста, собранного из резисторов, ещё один резистор используется для разбалансировки моста. Сопротивление резисторов моста берётся такое, чтобы усилитель поддерживал это сопротивление моста, резистор для разбалансировки подбирается такой, чтобы при его подключении мост разбалансировался бы на необходимую величину, для сильного разбаланса используется 2 резистора в разных плечах моста. Одновременно с работой модуля эталонными вольтметрами проводятся измерения напряжений выхода моста и его питания.

Перед началом работ собирают схему, представленную на рисунке 3.

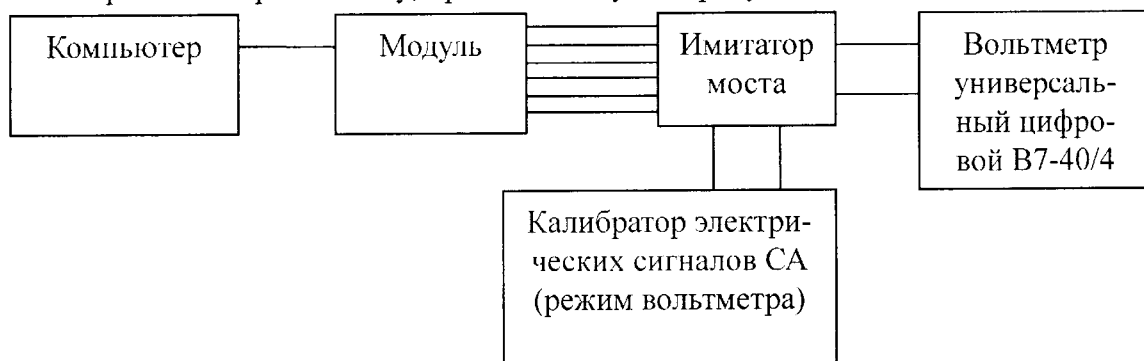


Рисунок 3 – Схема соединений

Схема имитатора моста приведена в Приложении А.

Устанавливают напряжения -100, -80, -50, -20, 0, 20, 50, 80, 100 % от значений $\pm 0,5$ мВ/В, ± 1 мВ/В, ± 10 мВ/В, ± 100 мВ/В, ± 1000 мВ/В измерения имитации рабочего коэффициента передачи тензорезисторных датчиков.

Приведенную погрешность измерения в i – точке диапазона вычисляют по формуле

$$\gamma_{U_i} = \frac{|U_{изм\ i} - U_{вых\ i}|}{U_{пит\ i}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $U_{изм\ i}$ – значение сигнала моста, измеренное модулем в i – точке, мВ/В;

$U_{вых\ i}$ – напряжение выхода моста, измеренное эталонным вольтметром в i – точке, мВ;

$U_{пит\ i}$ – напряжение питания моста, измеренное эталонным вольтметром в i – точке, В;

$U_{ном}$ – значение сигнала моста, максимальное для данного предела измерений, мВ/В.

Результат признают положительным, если приведенная погрешность измерения мостового датчика находится в интервале $\pm 0,1$ %.

8.3.4 Проверка диапазона преобразования и определение абсолютной погрешности преобразования сигналов термодатчиков

8.3.4.1 Проверку диапазона преобразования и определение абсолютной погрешности преобразования при поступлении сигналов с термопреобразователей сопротивления Pt100 производят при помощи магазина сопротивлений.

Перед началом работ собирают схему, представленную на рисунке 4.

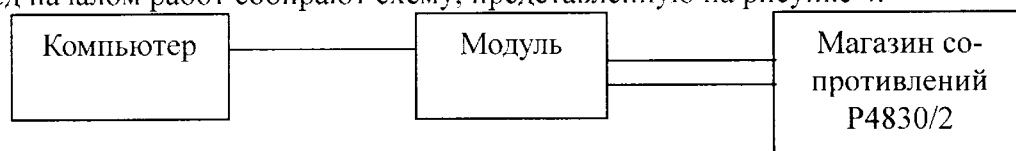


Рисунок 4 – Схема соединений

К модулю подключают магазин сопротивлений. В соответствии с таблицей А1 приложения А ГОСТ 6651-2009 выбирают значения сопротивлений датчиков температуры в диапазоне от минус 200 до 850 °С, соответствующие температуре - 191, -121, - 49, 0, 50, 123, 370, 558, и 848 °С. Устанавливают значение сопротивления и последовательно проводят измерения.

Рассчитывают абсолютные погрешности преобразования электрического сигнала, пропорционального измеряемой температуре в i – точке диапазона, по формуле

$$\Delta T_i = |T_{изм\ i} - T_{зад\ i}|, \quad (4)$$

где $T_{изм\ i}$ – температура, измеренная при помощи модуля i – точке, °С;

$T_{зад\ i}$ – значение температуры согласно ГОСТ 6651-2009 для i – точки, °С.

Результат признают положительным, если абсолютная погрешность преобразования сигналов термопреобразователей сопротивления Pt100 находится в интервале $\pm 0,5$ °С.

8.3.4.2 Проверку диапазона преобразования и определение абсолютной погрешности преобразования при поступлении сигналов с термопар J, T, K, E, N, S, R, B, L производят по двум схемам подключения, так как модули имеют 2 типа входа термопар: с измерением температуры холодного спая внутри разъёма и с измерением температуры холодного спая внутри модуля.

При измерении температуры с помощью термопары модуль вычисляет температуру используя 2 значения: напряжения, измеренного на термопаре, и температуры холодного спая (точки, где термопарный кабель подсоединяется к медному). Расчет производится по формуле

$$F(T_{изм}) = V_{терм\ i} + F(T_{спая}), \quad (5)$$

где $T_{изм}$ – температура, измеренная при помощи модуля в i – точке, °С;

$T_{спая}$ – температура холодного спая, °С;

$F(\)$ – НСХ термопары;

$V_{терм\ i}$ – напряжение на термопаре в i – точке, мВ.

8.3.4.2.1 Проверка входов с измерением температуры холодного спая в разъёме проводится в два этапа.

а) проверка правильности измерения температуры холодного спая. Вход для подключения термопары закорачивается. К входу датчика температуры холодного спая подсоединяется магазин сопротивлений, на нём выставляются сопротивления, равные сопротивлениям датчика холодного спая на нескольких температурах (на максимуме, минимуме температурного диапазона эксплуатации модуля, на 0 °С), и проверяется, что модуль показывает эти температуры с допустимой погрешностью.

б) проверка правильности измерения термопарного входа. К входу датчика температуры холодного спая подсоединяется магазин сопротивлений, на нём выставляется сопротивление, которое имитирует температуры 0 °С датчика температуры в разъёме (1000 Ω, если тип датчика в разъёме Pt1000). Собирают схему, представленную на рисунке 2. К входу подключения термопар подсоединяется калибратор с выходом по напряжению, в соответствии с таблицами 1-8 ГОСТ Р 8.585-2001 выбирают значения напряжения датчиков температуры (например, для типа К) в диапазоне от минус 270 до 1370 °С, соответствующие температуре - 270, -100, 0, 100, 300, 600, 900, 1100 и 1370 °С. Устанавливают значение напряжения и последовательно проводят измерения.

8.3.4.2.2 Проверка входов с измерением температуры холодного спая внутри модуля. С помощью термометра измеряются температуры точек подсоединения медных проводов, разница этих температур должна быть минимальной, их среднее арифметическое используется в качестве температуры холодного спая. Собирают схему, представленную на рисунке 2. Провода, идущие от термопарного разъёма, подсоединяются к калибратору с выходом по напряжению, в соответствии с таблицами 1-8 ГОСТ Р 8.585-2001 выбирают значения напряжения датчиков температуры (например, для типа К) в диапазоне от минус 270 до 1370 °С, соответствующие температуре - 270, -100, 0, 100, 300, 600, 1000 и 1370 °С. Устанавливают значение напряжения и последовательно проводят измерения.

8.3.4.2.3 Рассчитывают абсолютные погрешности преобразования электрического сигнала, пропорционального измеряемой температуре в i -точке диапазона, по формуле

$$\Delta T_i = |T_{изм\ i} - T_{зад\ i}|, \quad (6)$$

где $T_{изм\ i}$ – температура, измеренная при помощи модуля в i -точке, °С;

$T_{зад\ i}$ – температура, °С, посчитанная по формуле

$$F(T_{зад\ i}) = V_{кальб\ i} + F(T_{спая}), \quad (7)$$

где $V_{кальб\ i}$ – напряжение на выходе калибратора в i -точке, мВ;

$F(\)$ – НСХ термопары;

$T_{спая} = 0$ °С если модуль с измерением температуры холодного спая в разъёме, и к нему подсоединён резистор, имитирующий датчик температуры при температуре 0 °С, $T_{спая} =$ измеренной в 8.3.4.2.2 температуре, если модуль с измерением температуры холодного спая внутри модуля.

Повторяют операции по п. 8.3.4.2 для всех типов термодатчиков (J, T, E, N, S, R, B, L) в крайних точках диапазонов предварительно выбрав значение напряжения по ГОСТ Р 8.585-2001.

Результат признают положительным, если абсолютная погрешность преобразования сигналов термопар J, T, K, E, N, S, R, B, L находится в интервале $\pm 2,5$ °С.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки модуля заносят в протокол поверки (Приложение Б), на основании которого (при положительных результатах) оформляют свидетельство о поверке по форме, установленной Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 и нанесением знака поверки (клейма) на лицевую панель модуля.

9.2 При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики модуль к дальнейшей эксплуатации не допускают, клеймо гасят и(или) выдают извещение о непригодности по форме, установленной Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815, с указанием причины непригодности.

Разработали:

Зав. отд. 26 ФГУП "УНИИМ"

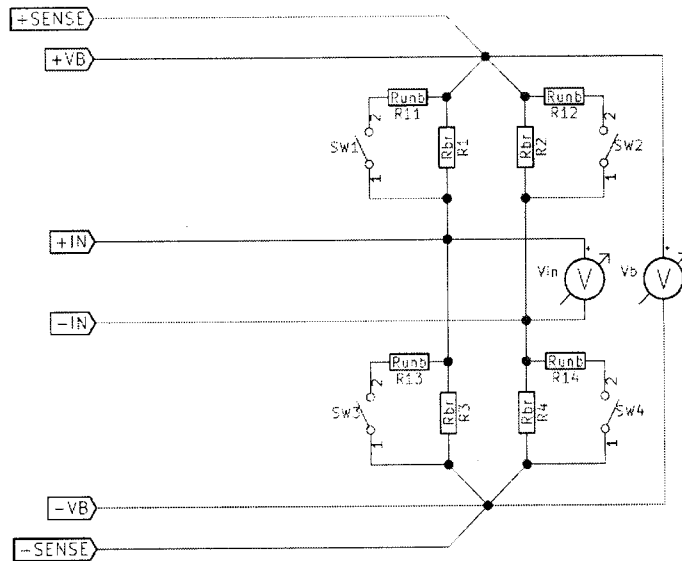
Вед. инж. лаб. 262 ФГУП "УНИИМ"

Ахмеев А.А.

Шабуров А.М.

Приложение А
(рекомендуемое)

Схема имитатора моста



- где R1, R2, R3, R4 — резисторы моста;
R11, R12, R13, R14 — резисторы для разбалансировки, (допускается использование одного резистора, который по очереди подсоединяется параллельно каждому плечу моста);
Vb — вольтметр, измеряющий напряжение питания моста;
Vin — вольтметр, измеряющий напряжение выхода моста (входа усилителя).

Примечание – модуль показывает V_{in} / V_b . Для проверки крайних значений диапазона мост разбалансируется с помощью резисторов R11 ... R14, или одним резистором, который по очереди подсоединяется параллельно R1 ... R4.

Приложение Б
(рекомендуемое)

ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

Модулей измерительных серий imc CRONOS / imc C-SERIES / imc CANSAS / imc SPARTAN

A.1 _____
наименование, тип, заводской номер, год выпуска, разряд поверяемого СИ

A.2 Принадлежит _____
наименование юридического лица - владельца СИ

A.3 «ГСИ. Модули измерительные серий imc CRONOS / imc C-SERIES / imc CANSAS / imc SPARTAN. Методика поверки»
МП 45-262-2017

A.4 Средства поверки _____
(наименование, тип эталонных СИ и вспомогательных средств, применяемых при поверке)

A.5 Условия поверки _____

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

A.1 Внешний осмотр _____

A.2 Опробование _____

A.3 Определение метрологических характеристик

A.3.2 Проверка диапазона измерения и определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения напряжения

№ пп.	<i>U_{зад}, В</i>	<i>U_{изм}, В</i>	<i>γ_п, %</i>
1			
2			
3			
...			
n			

A.3.2 Проверка диапазона измерения и определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения силы тока

№ пп.	<i>I_{зад}, А</i>	<i>I_{изм}, А</i>	<i>γ_п, %</i>
1			
2			
3			
...			
n			

• А.3.3 Проверка диапазона измерения и определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерения мостового датчика

№ пп.	$U_{зад}, мВ/В$	$U_{изм}, мВ/В$	$\gamma_{ui}, \%$
1			
2			
3			
...			
n			

А.3.4 Проверка диапазона измерения и определение абсолютной погрешности измерения температуры при поступлении сигналов с помощью термодатчиков

№ пп.	$T_{зад}, ^\circ C$ по ГОСТ 6651-2009	$T_{изм}, ^\circ C$	$\Delta T_i, ^\circ C$
1			
2			
3			
...			
n			

№ пп.	$T_{зад}, ^\circ C$ по ГОСТ Р 8.585-2001	$T_{изм}, ^\circ C$	$\Delta T_i, ^\circ C$
1			
2			
3			
...			
n			

А.4 **Заключение:** Модуль измерительный серии $имс$ _____ № _____ пригоден (непригоден) к применению

Выдано свидетельство о поверке № _____ от _____
Срок действия свидетельства до _____

Поверитель _____
« _____ » _____ 20 _____ г. (Ф.И.О.)

Организация, проводившая поверку _____