

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
"ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ"
(ФГУП "ВНИИМС")**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГУП "ВНИИМС"
по производственной метрологии



И. В. Иванникова

"07" февраля 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Устройства имитационно-поверочные Артчек
Методика поверки**

МП 208-004-2020

Москва
2020 г.

Содержание

п/п	Наименование	стр.
1	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
2	СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	3
3	ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	4
4	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	4
5	УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	5
6	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	5
6.1	Внешний осмотр	5
6.2	Опробование	5
6.2.1	Проверка функционирования интерфейса RS-485, идентификационных данных ПО и отображения информации на дисплее	5
6.2.2	Проверка модуля контроля целостности электродов	6
6.3	Определение метрологических характеристик	8
6.3.1	Определение погрешности измерения небаланса сопротивлений электродов	8
6.3.2	Определение нестабильности коэффициента ослабления при формировании тестового сигнала, имитирующего работу электродов	9
6.3.3	Определение погрешности измерения сигнала постоянного тока в диапазоне от 4 до 24 мА	11
6.3.4	Определение погрешности измерения амплитуды тока возбуждения в диапазоне от 50 до 250 мА	13
6.3.5	Определение погрешности измерения частоты в диапазоне от 8,0 до 2000 Гц	14
6.3.6	Определение погрешности измерения значения модуля $ Z $ и фазового угла φ импеданса Z катушки возбуждения расходомера	15
6.3.7	Определение погрешности задания тока в диапазоне от 4 до 20 мА	17
6.3.8	Определение погрешности воспроизведения значений сопротивлений	18
7	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	19
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Схема подключения для поверки устройства Артчек	20
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Расчетные соотношения для определения импеданса	21
	ПРИЛОЖЕНИЕ В. Форма протокола поверки устройства Артчек	23

Настоящий документ распространяется на Устройства имитационно-поверочные Артчек (далее – Артчек) и устанавливает методы их первичной и периодической поверки. Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций

Наименование	Номер пункта методики
Внешний осмотр	6.1
Опробование	6.2
Проверка функционирования интерфейса RS-485, идентификационных данных ПО и отображения информации дисплея и	6.2.1
Проверка модуля контроля целостности электродов	6.2.2
Определение метрологических характеристик	6.3
Определение погрешности измерений небаланса сопротивлений электродов	6.3.1
Определение нестабильности коэффициента ослабления при формировании тестового сигнала, имитирующего работу электродов	6.3.2
Определение погрешности измерений силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 24 мА	6.3.3
Определение погрешности измерений амплитуды тока возбуждения в диапазоне от 50 до 250 мА	6.3.4
Определение погрешности измерений частоты в диапазоне от 8,0 до 2000 Гц	6.3.5
Определение погрешности измерений модуля и фазы импеданса катушки возбуждения	6.3.6
Определение погрешности задания тока в диапазоне от 4 до 20 мА	6.3.7
Определение погрешности воспроизведения значений сопротивлений	6.3.8

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Для проведения поверки применяют средства измерений и оборудование, указанное в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений и оборудование для поверки

Номер пункта МП	Наименование эталона и вспомогательных средств поверки
6.2.1	IBM-совместимый компьютер ОС Windows XP/7/10; преобразователь интерфейсов USB/RS485, программа эмуляции терминала с последовательным портом (COM)
6.2.2	Магазины сопротивлений P4831, диапазон воспроизведения сопротивлений (0,02 – 111111,1) Ом, КТ 0,02/0,6·10 ⁻⁶ ; Резистор номиналом 1,0...2,7 МОм ±5%
6.3.1	Магазины сопротивлений P4831, диапазон воспроизведения сопротивлений (0,02 – 111111,1) Ом, КТ 0,02/0,6·10 ⁻⁶
6.3.2	Цифровой мультиметр HP 34401A, абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления ±0,02 Ом в диапазоне до 1 кОм; Вольтметр универ-

Номер пункта МП	Наименование эталона и вспомогательных средств поверки
	сальный В7-81, диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 100 мВ; Стабилизированный источник питания с регулировкой выходного тока до 110 мА.
6.3.3	Калибратор петли тока Fluke 705 с диапазоном генерации тока 4-24 мА
6.3.4	Цифровой мультиметр НР 34401А, абсолютная погрешность измерений постоянного тока $\Delta_I = \pm 0,35$ мА в диапазоне от 0 до 250 мА; Источник питания постоянного тока АКПП-1120 с регулировкой выходного напряжения 32 В/3 А.
6.3.5	Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-122, диапазон рабочих частот от 1,0 Гц до 2,0 кГц, относительная погрешность установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7} \cdot f$
6.3.6	Магазин сопротивлений Р4831, диапазон воспроизведения сопротивлений (0,02 – 111111,1) Ом, КТ 0,02/0,6 · 10 ⁻⁶ ; Меры индуктивности Р596 с номинальными значениями в диапазоне от 0,05 до 1,0 Гн, КТ 0,05; Цифровой мультиметр НР 34401А, абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления $\pm 0,02$ Ом в диапазоне до 1 кОм
6.3.7	Калибратор петли тока Fluke 705 с диапазоном измерений тока 4-20 мА; Стабилизированный источник постоянного напряжения 12 В
6.3.8	Цифровой мультиметр НР 34401А, абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления $\pm 0,02$ Ом в диапазоне до 1 кОм
	Термогигрометр ИВА-6Н-Д

Примечание: Допускается применение других средств измерений и испытательного оборудования, обеспечивающих необходимые основные параметры и характеристики (погрешность которых не превышает 1/3 предела допускаемого значения основной погрешности поверяемого изделия).

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 Проведение поверки должен выполнять персонал, знающий принцип действия используемых при проведении поверки средств измерений и прошедший инструктаж по технике безопасности.

3.2 Все работы должны проводиться квалифицированными специалистами, изучившими руководство по эксплуатации устройства Артчек и освоившими работу с расходомером СИМАГ.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При подключении Артчек к испытательному оборудованию необходимо соблюдать общие требования безопасности, установленные в документах ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, "Правила эксплуатации электроустановок потребителей", "Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей".

4.2 Монтаж и демонтаж электрических цепей Артчек и средств поверки должно проводиться только при отключенном питании всех устройств.

4.3 К поверке допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей".

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводят при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 % при температуре +25 °С (без конденсации влаги);
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- внешние электрические и магнитные поля, кроме земного поля, а также вибрация и тряска, влияющие на работу прибора, отсутствуют (кроме пунктов программы испытаний, предусматривающих такие воздействия).

5.2 Средства измерений и эталоны, применяемые при испытаниях, должны иметь действующие свидетельства о поверке и/или свидетельства об аттестации.

5.3 Подготавливаются к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационными документами на них.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Схемы подключения средств поверки Артчек приведены в Приложении А.

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют соответствие Артчек следующим требованиям:

- комплектность устройства соответствует паспорту;
- маркировочные надписи четкие, серийный номер соответствует паспорту;
- отсутствуют механические повреждения кабелей, препятствующие их применению.

Артчек не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускают.

6.2 Опробование

6.2.1 Проверка функционирования интерфейса RS-485, идентификационных данных ПО и отображения информации на дисплее.

Проверку выполняют в следующей последовательности:

- включают питание персонального компьютера и Артчек;
- устанавливают и запускают на персональном компьютере программу эмуляции терминала с последовательным СОМ-портом, например, программу «Terminal»;
- находясь в ГЛАВНОМ МЕНЮ Артчек, соединяют контакты RS-485A/B Артчек (разъем «OUT») через преобразователь интерфейсов USB/RS485 с USB-портом персонального компьютера;
- запускают программу эмуляции терминала с последовательным СОМ-портом, устанавливают в номер порта и скорость обмена 38400 бод;
- наблюдают в программе эмуляции терминала поступающие запросы от устройства Артчек на поиск и обнаружение расходомера;

Артчек считают выдержавшим проверку, если на его дисплее после включения, по истечении времени выхода на рабочий режим, вид ГЛАВНОГО МЕНЮ соответствует рис.2, и на экране компьютера при работе программы эмуляции терминала с последова-

тельным COM-портом можно видеть поступление характерных пакетов запросов от Артчек на поиск и обнаружение расходомера.

При этом индицируемые на дисплее идентификационные данные (признаки) Артчек должны соответствовать таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные (признаки) ПО Артчек

Идентификационные данные	Значения
Идентификационное наименование ПО	Artcheck
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.19
Цифровой идентификатор ПО	2d00c

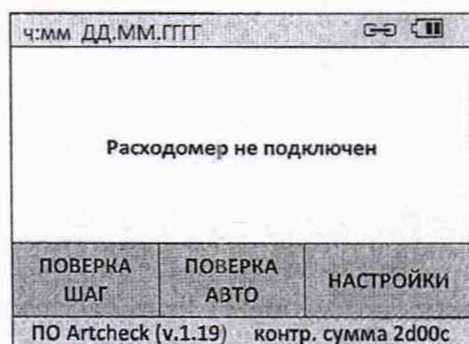


Рисунок 2 – Вид ГЛАВНОГО МЕНЮ



Рисунок 3 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК"

Для выполнения дальнейших операций по поверке Артчек необходимо с помощью сенсорного дисплея осуществить переход: "ГЛАВНОЕ МЕНЮ" – "НАСТРОЙКИ" – "ПАРАМЕТРЫ", ввести пароль (код доступа), предоставляемый изготовителем по требованию организации, проводящей поверку Артчек и аккредитованной на право поверки или по требованию полномочных органов инспекции, и перейти в меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК", рисунок 3. Каждый шаг с 1 по 9 линейки результатов контроля соответствует одному из пунктов МП с 6.2.2 по 6.3.8.

6.2.2 Проверка модуля контроля целостности электродов

Порядок действий следующий:

– подключают к входу модуля контроля целостности электродов (разъем LX), магазины сопротивлений R1 (контакты EL- и EPD) и R2 (контакты EL+ и GND) короткими медными проводами сечением не менее 1 мм²;

– в меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК" на шаге 1 нажимают кнопку "ВВОД" и переходят к первому измерению по пункту 6.2.2 МП, рисунок 4.



Рисунок 4 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.2.2"

– далее следуют подсказкам на дисплее и устанавливают пары значений R_1 , R_2 на магазинах R_1 , R_2 в соответствии с таблицей 4:

Таблица 4

Параметр	Значение				
	изм.№1	изм.№2	изм.№3	изм.№4	изм.№5
Порядковый номер измерения					
Сопротивление магазина R_1 , Ом	20000,0				
Сопротивление магазина R_2 , Ом	1800,0	10000,0	20000,0	99000,0	∞ *
Порядковый номер измерения	изм.№6	изм.№7	изм.№8	изм.№9	изм.№10
Сопротивление магазина R_2 , Ом	20000,0				
Сопротивление магазина R_1 , Ом	1800,0	10000,0	20000,0	99000,0	∞ *

*) Значение сопротивления " ∞ " получают путем подключения к соответствующему входу Артчек вместо магазина сопротивлений P4831 резистора номиналом 1,0...2,7 МОм $\pm 5\%$

- устанавливают на R_1 значение $R_1 = 20000$ Ом;
- устанавливают на R_2 значение $R_2 = 1800$ Ом;
- для подтверждения установленных значений и начала измерений нажимают кнопку "ВВОД" (индикатор первого измерения на линейке результатов контроля начнет мигать желтым цветом, рисунок 5);



Рисунок 5 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.2.2" во время первого измерения

– дожидаются окончания измерения (индикатор соответствующего измерения на линейке результатов контроля перестанет мигать и окрасится в зеленый или красный цвет, рис.6):



Рисунок 6 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.2.2" по окончании первого измерения

- нажимают кнопку "ДАЛЕЕ" и переходят к следующему измерению;
- устанавливают следующую пару значений R_1, R_2 на магазинах R_1, R_2 в соответствии с таблицей 4;

– повторяют действия настоящего пункта для других пар значений.

Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.2.2" по окончании всех измерений по данному пункту представлен на рисунке 7.

Ч:ММ ДД.ММ.ГГГГ				☰	
ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.2.2					
Целостность электродов и их изоляции:					
Установите $R_1 = \infty$ Ом; $R_2 = 20000$ Ом;					
Измерение: $R_1 = 992567$ Ом; $R_2 = 19988$ Ом;					
Результат контроля: -					
					шаг 1 из 10
ГЛАВНОЕ МЕНЮ	НАЗАД	ВВОД	ДАЛЕЕ		
ПО Artcheck v.1.19			поверен XX.XX.2020		

Рисунок 7 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.2.2" по окончании всех измерений

Результат поверки считают положительным по данному параметру, если при имитации любым из магазинов R_1, R_2 значений сопротивлений электродов 1800 Ом (замыкание) и/или ∞ (обрыв), в строке "Результат контроля" индицируется "-", а при остальных сочетаниях сопротивлений индицируется "+".

Примечания:

1. При положительном результате поверки все индикаторы линейки результатов контроля должны быть окрашены зеленым цветом.

2. В случае не пройденного теста по какому-либо измерению (индикатор линейки результатов контроля по данному измерению окрашен в красный цвет) из-за ошибки испытателя, например, неправильная установка значения сопротивления магазина R_{4831} , возможен повтор данного измерения. Для этого необходимо кнопкой "НАЗАД" вернуться к измерению и повторить его.

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение погрешности измерений небаланса сопротивлений электродов

Порядок действий:

- используют имеющееся подключение магазинов R_1 и R_2 по пункту 6.2.2 МП;
- переходят в раздел меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.1" (рисунок 8);

Ч:ММ ДД.ММ.ГГГГ				☰	
ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.1					
Небаланс сопротивлений электродов:					
Установите $R_1 = 20000$ Ом; $R_2 = 20000$ Ом;					
Небаланс сопротивлений $\Delta R = XXX$ Ом;					
Результат контроля:					
					шаг 1 из 5
ГЛАВНОЕ МЕНЮ	НАЗАД	ВВОД	ДАЛЕЕ		
ПО Artcheck v.1.19			поверен XX.XX.2020		

Рисунок 8 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.1"

– устанавливают на R1 и R2 значения $R_1=R_2=20000$ Ом;

Таблица 5

Параметр	Значение				
	изм.№1	изм.№2	изм.№3	изм.№4	изм.№5
Порядковый номер измерения					
Значение сопротивления магазина R_1 , Ом	20000,0	20000,0	20200,0	19800,0	99000,0
Значение сопротивления магазина R_2 , Ом	20000,0	19800,0	19800,0	20000,0	99000,0
Расчетный небаланс $(R_1 - R_2)$, Ом	0	200	400	-200	0
Небаланс по показаниям Артчек Δ_R , Ом					
Абсолютная погрешность измерений небаланса $\Delta_{\Delta R}$, Ом					

– для подтверждения установленных значений нажимают кнопку "ВВОД" (начнется первое измерение, и индикатор на линейке результатов контроля мигает желтым цветом);

– дожидаются окончания измерения (индикатор соответствующего измерения на линейке результатов контроля перестанет мигать и окрасится в зеленый или красный цвет);

– значение измеренного по показаниям Артчек небаланса Δ_R заносят в таблицу 5;

– нажимают кнопку "ДАЛЕЕ" и переходят к следующему измерению.

– устанавливают следующую пару значений R_1, R_2 на магазинах R1, R2 в соответствии с таблицей 5;

– повторяют действия пункта для других пар значений таблицы 5;

– вычисляют и заносят в таблицу абсолютную погрешность измерений небаланса $\Delta_{\Delta R}$ для каждой пары значений R1, R2 с учетом знака по формуле

$$\Delta_{\Delta R} = \Delta_R - (R_1 - R_2) \quad (1)$$

Результат поверки считают положительным по данному параметру, если абсолютная погрешность измерений небаланса для каждой пары значений R_1, R_2 не превышает ± 75 Ом, а для измерения №5 ± 150 Ом.

6.3.2. Определение нестабильности коэффициента ослабления при формировании тестового сигнала, имитирующего работу электродов

Порядок действий следующий:

– подготавливают к работе мультиметр, блок питания и вольтметр универсальный согласно их РЭ;

– измеряют цифровым мультиметром HP 34401A в режиме омметра сопротивление $R_{вх}$ аттенюатора Артчека по 4-х проводной схеме с точностью до 3-го знака после запятой;

– убеждаются в том, что отклонение сопротивления $R_{вх}$ от значения, указанного в паспорте, не превышает $\pm 0,5\%$. Измеренное значение записывают в протокол поверки;

– подключают источник питания к входу имитатора катушки возбуждения (разъем SENSOR) Артчека;

– устанавливают на источнике питания выходной ток $I_{возб}$ в диапазоне от 100 до 110 мА. Измеряют установленное значение тока мультиметром HP 34401A в режиме миллиамперметра;

– подключают вольтметр коаксиальным экранированным кабелем к выходу имитатора сигнала электрода IN+ (разъем IN+) Артчека;

– вычисляют значение $U_{возб} = I_{возб} \cdot R_{вх}$ и записывают его в протокол;

– переходят в раздел меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.2" (рисунок 9);



а) б)
Рисунок 9 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.2"
при первых двух шагах в контрольной точке 10%

Примечание:

1. Индикаторы линейки "Состояние измерения" по данному пункту МП только информируют о количестве выполненных и оставшихся измерений и не содержат метрологическую информацию.

2. Вольтметр универсальный применять в режиме многократных измерений с функцией нахождения максимального и минимального значения измерений с последующим усреднением и занесением средних значений в таблицу.

– подтверждают нажатием "ВВОД" готовность к проведению измерений на 1-м шаге (p=10%);

– фиксируют по показаниям вольтметра значения амплитуды положительного напряжения $+U_3(10\%)$ на разъеме IN+ Артчек (рисунок 4.8,а) и заносят это значение в таблицу 6;

– меняют направление выходного тока $I_{возб}$ источника питания путем переключения проводов на разъеме SENSOR Артчек (Рисунок А.1);

– фиксируют по показаниям вольтметра значения амплитуды отрицательного напряжения $-U_3(10\%)$ на разъеме IN- Артчек (рисунок 4.8,б) и заносят это значение в таблицу 6;

– вычисляют модуль среднего арифметического значения разности амплитуд

$$U_{\text{кал}}(10\%) = |(+U_3(10\%) - [-U_3(10\%)])|/2 \quad (2)$$

– вычисляют значение коэффициента ослабления

$$K_{\text{ос}} = U_{\text{возб}} / U_{\text{кал}} \quad (3)$$

– вычисляют относительную нестабильность $\delta_{\text{Кос}}$ по формуле

$$\delta_{\text{Кос}} = (K_{\text{ос}} - K_{\text{эт}}) / K_{\text{эт}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где $K_{\text{эт}}$ - паспортное значение коэффициента ослабления.

– переходят к следующему шагу (p=50%), повторяют измерения, вычисления и заносят их в таблицу 6;

– переходят к следующему шагу (p=90%), повторяют измерения, вычисления и заносят их в таблицу 6;

Таблица 6

Параметр	Контрольные точки "p" диапазона, %		
	p=10	p=50	p=90
Сопротивление аттенюатора $R_{вх}$, Ом			
Выходной ток источника питания $I_{возб}$, мА			
Напряжение сигнала источника питания $U_{возб}$, мВ			
Значение величины напряжения $+U_3(p)$, мкВ			
Значение величины напряжения $-U_3(p)$, мкВ			
Значение величины размаха $U_{кал}(p)$, мкВ			
Значение коэффициента ослабления $K_{ос}(p)$			
Паспортное значение коэффициента $K_{эт}(p)$			
Относительная нестабильность $\delta_{K_{ос}}(p)$, %			

Результат поверки считают положительным по данному параметру, если для каждой контрольной точки "p" диапазона измерений коэффициент ослабления $K_{ос}$ имеет нестабильность не более $\pm 0,5$ %.

6.3.3 Определение погрешности измерений сигнала постоянного тока в диапазоне от 4 до 24 мА

Поверку выполняют при подключении ко входу "COUT" Артчек калибратора тока. Допускается применять в качестве калибратора тока цифровой мультиметр HP 34401A в режиме измерения тока с внешним стабилизированным блоком питания, рассчитанным на регулирование выходного напряжения до 15 В (рисунок 10).

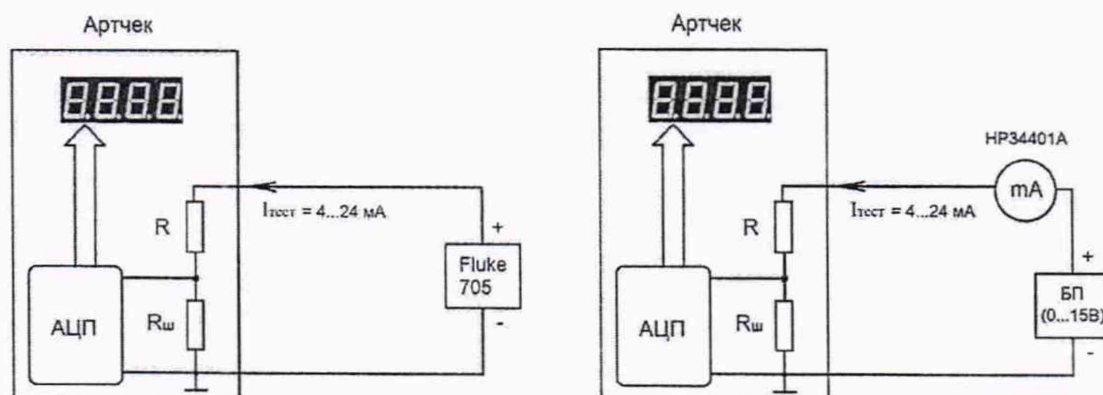


Рисунок 10 – Варианты схемы для определения погрешности измерения постоянного тока

Порядок действий:

- подготавливают к работе калибратор тока (цифровой мультиметр и блок питания) согласно их РЭ, подключают их к Артчеку;
- переходят в раздел меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.3" (рисунок 11);

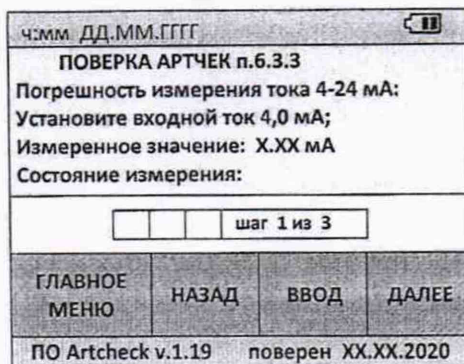


Рисунок 11 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.3"

- задают на калибраторе значение входного тока 4,00 мА с допуском +0,10 мА;
- нажимают кнопку "ВВОД" для подтверждения установленного значения тока и для начала измерений (индикатор первого измерения на линейке состояния измерения начнет мигать желтым цветом);
- ждут окончания измерения (индикатор соответствующего измерения на линейке результатов контроля перестанет мигать и окрасится в зеленый или красный цвет);
- эталонное значение тока, заданное калибратором (или измеренное мультиметром), заносят в таблицу 7.

Таблица 7

Параметр	Контрольные точки диапазона, %		
	0	50	100
Значение силы тока $I_{\text{мера}}$, мА	4,0	14,0	24,00
Показания Артчек $I_{\text{изм}}$, мА			
Приведенная погрешность γ_1 , %			

- нажимают "ДАЛЕЕ" и повторяют действия для остальных значений тока из таблицы;
- рассчитывают по формуле (5) для каждой контрольной точки диапазона и занести в таблицу 7 приведенную погрешность

$$\gamma_1 = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{мера}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100\% \quad (5)$$

где

γ_1 – приведенная погрешность измерений тока, %;

$I_{\text{изм}}$ – измеренное Артчеком значение тока, мА;

$I_{\text{мера}}$ – значение тока калибратора, мА;

$(I_{\text{max}} - I_{\text{min}})$ – нормирующее значение, равное разности между верхней и нижней границами диапазона измерений тока, равное 20 мА.

Артчек считают выдержавшим поверку по данному параметру, если в каждой контрольной точке приведенная погрешность измерений тока не превышает $\pm 0,2$ %.

6.3.4 Определение погрешности измерений амплитуды тока возбуждения в диапазоне от 50 до 250 мА

Проверку проводят на постоянном токе по схеме рис.12, аналогично пункту 6.3.3.

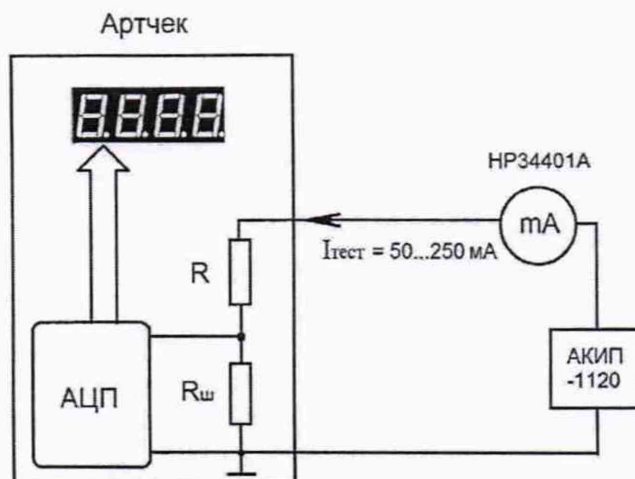


Рисунок 12 – Схема для определения погрешности измерения амплитуды тока возбуждения

Порядок действий:

- подготавливают к работе калибратор тока (либо цифровой мультиметр и блок питания) согласно их РЭ, подключают их к входу имитатора катушки возбуждения (разъем SENSOR) Артчека;
- переходят в раздел меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.4" (рисунок 13);

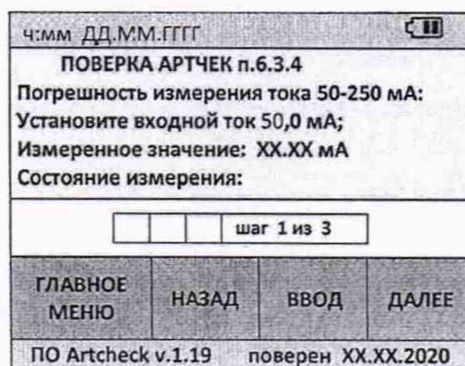


Рисунок 13 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.4"

- задают на калибраторе значение входного тока 50,0 мА с допуском $\pm 0,1$ мА;
- нажимают кнопку "ВВОД" для подтверждения установленного значения тока и для начала измерений (индикатор первого измерения на линейке состояния измерения начнет мигать желтым цветом);
- дожидаются окончания измерения (индикатор соответствующего измерения на линейке результатов контроля перестанет мигать и окрасится в зеленый или красный цвет);
- эталонное значение тока, заданное калибратором (или измеренное мультиметром), заносят в таблицу 8.

Таблица 8

Параметр	Контрольные точки диапазона, %		
	0	50	100
Значение силы тока $I_{\text{мера}}$, мА	50,0	150,0	250,00
Показания Артчек $I_{\text{изм}}$, мА			
Приведенная погрешность γ_1 , %			

– нажимают "ДАЛЕЕ" и повторяют действия для остальных значений тока из таблицы 8;

– рассчитывают по формуле (6) для каждой контрольной точки диапазона и заносят в таблицу 8 приведенную погрешность

$$\gamma_1 = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{мера}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100\% \quad (6)$$

где

γ_1 – приведенная погрешность измерений тока, %;

$I_{\text{изм}}$ – измеренное Артчеком значение тока, мА;

$I_{\text{мера}}$ – значение тока калибратора, мА;

$(I_{\text{max}} - I_{\text{min}})$ – нормирующее значение, равное разности между верхней и нижней границами диапазона измерений амплитуд тока, мА.

Артчек считают выдержавшим поверку по данному параметру, если в каждой контрольной точке приведенная погрешность измерений амплитуды тока не превышает $\pm 0,2\%$.

6.3.5 Определение погрешности измерений частоты в диапазоне от 8 до 2000 Гц

Порядок действий следующий:

– готовят к работе генератор прямоугольных импульсов с параметрами сигнала меандр амплитудой $5,0 \pm 0,1$ В, подключают его к частотному входу FOUT разъема OUT Артчека;

– переходят в раздел меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.5" (рисунок 14);

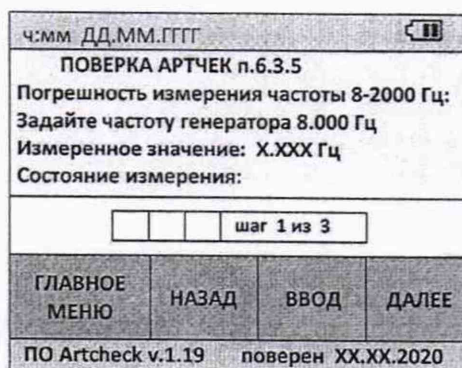


Рисунок 14 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.5"

– задают на генераторе значение частоты 8,0000 Гц с допуском $\pm 0,0001$ Гц;

– нажимают кнопку "ВВОД" для подтверждения установленного значения и для начала измерений (индикатор первого измерения на линейке состояния измерения начнет мигать желтым цветом);

- дожидаются окончания измерения (индикатор соответствующего измерения на линейке результатов контроля перестанет мигать и окрасится в желтый цвет);
- заносят в таблицу 9 с точностью до 4-го знака после запятой эталонное значение частоты, заданное генератором и значение, измеренное Артчеком;

Таблица 9

Параметр	Контрольные точки диапазона, %		
	0,4	50	100
Входная частота $F_{\text{вход}}$, Гц	8,0000	1000,0	2000,0
Время счета t , с, не менее	625	5,0	2,5
Показания Артчек $F_{\text{изм}}$, Гц			
Относительная погрешность δ_F , %			

- нажимают "ДАЛЕЕ" и повторяют действия для остальных значений частот из таблицы;
- рассчитывают и заносят в таблицу 9 относительную погрешность в каждой контрольной точке по формуле (7)

$$\delta_F = \frac{F_{\text{изм}} - F_{\text{вход}}}{F_{\text{вход}}} \cdot 100\% \quad (7)$$

где

$F_{\text{изм}}$ – измеренное Артчеком значение частоты в заданной контрольной точке, Гц;

$F_{\text{вход}}$ – значение входной частоты (сигнал от генератора), Гц.

Артчек считают выдержавшим поверку по данному параметру, если для каждой контрольной точки относительная погрешность измерений частоты входного сигнала не превышает $\pm 0,02\%$.

6.3.6 Определение погрешности измерений значения модуля $|Z|$ и фазового угла ϕ импеданса Z катушки возбуждения расходомера

Поверку выполняют при подключении к входу модуля контроля сигнатуры обмоток Артчек меры индуктивности $L1$ последовательно с магазином сопротивлений $R1$.

Примечание:

1. При задании магазином сопротивлений $R1$ тестовых значений сопротивлений следует учитывать величину активного сопротивления R_L катушки индуктивности.

2. В зависимости от используемых мер индуктивности, при величине активного сопротивления их катушек более 40 Ом, магазин сопротивлений не используется. В этом случае делают точные измерения активного сопротивления мер индуктивности омметром с погрешностью не более $\pm 0,05\%$ и заносят в таблицу эти значения R активного сопротивления мер.

3. Допускается параллельное и последовательное включение мер индуктивности и сопротивлений для получения необходимого количества эталонных значений L и R .

Порядок действий:

- подготавливают к работе магазин сопротивлений и катушки индуктивности согласно их РЭ, подключают их по последовательной схеме коротким медным проводом сечением не менее 1 мм^2 к входу модуля контроля сигнатуры обмоток Артчек;
- переходят в раздел меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.6" (рисунок 15);

Ч:ММ ДД.ММ.ГГГГ			
ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.6			
Погрешность измерения импеданса: Установите тестовые значения на шаге 1; Измерение: $ Z =XX,XX$ Ом; $\varphi=X,XXXX$ рад Состояние измерения:			
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> шаг 1 из 4			
ГЛАВНОЕ МЕНЮ	НАЗАД	ВВОД	ДАЛЕЕ
ПО Artcheck v.1.19		поверен XX.XX.2020	

Рисунок 15 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.6"

– последовательно задавая эталонами сочетания значений L и R , указанные в таблице 10, фиксируют измеренные Артчеком соответствующие значения модуля $|Z|$ и фазового угла φ импеданса Z катушки возбуждения, заносят значения в таблицу 10. Допускается использовать катушки индуктивности с номиналами L до 1 Гн, R до 200 Ом;

– рассчитывают и заносят в таблицу 10 эталонные значения модуля $|Z_{расч}|$ и фазы $\varphi_{расч}$ импеданса по формулам, приведенным в Приложении Б для разных вариантов соединения эталонных мер и магазинов сопротивлений;

Примечание:

1. При использовании в качестве эталонов соединения двух и более мер индуктивности и одного и более магазина сопротивлений, при наличии технической возможности (наличии RLC-измерителя с показателями точности не хуже, чем у мер индуктивностей), предпочтительным является измерение значения суммарного импеданса и значений его модуля $|Z_{расч}|$ и фазы $\varphi_{расч}$ вместо расчетного метода получения этих эталонных значений.

Таблица 10

Параметр	Значение		
Значение L , мГн	40	50	200
Значение R , Ом	36	50	130
Расчетное значение модуля импеданса $ Z_{расч} $, Ом			
Измеренное значение модуля импеданса $ Z_{изм} $, Ом			
Расчетное значение фазы импеданса $\varphi_{расч}$, рад			
Измеренное значение фазы импеданса $\varphi_{изм}$, рад			
Относительная погрешность модуля импеданса δ_Z , %			
Относительная погрешность фазы импеданса δ_φ , %			

– рассчитывают и заносят в таблицу 10 относительные погрешности измерений модуля $|Z|$ и фазового угла φ импеданса Z для каждой пары значений L и R по формулам (8а) и (8б)

$$\delta_Z = \frac{|Z_{изм}| - |Z_{расч}|}{|Z_{расч}|} \cdot 100\% \quad (8а)$$

$$\delta_\varphi = \frac{\varphi_{изм} - \varphi_{расч}}{\varphi_{расч}} \cdot 100\% \quad (8б)$$

Артчек считают выдержавшим поверку по данному параметру, если для каждого значения модуля $|Z|$ и фазового угла φ импеданса Z относительные погрешности δ_Z и δ_φ не превышают $\pm 1,0\%$.

6.3.7 Определение погрешности задания тока в диапазоне от 4 до 20 мА

Порядок действий:

– подготавливают к работе блок питания напряжением 12 В, подключают его плюсовой вывод к контакту AIN+ Артчек, минусовой вывод на контакт GND любого разъема.

– подготавливают к работе миллиамперметр, подключают его плюсовой вывод на выход цепи имитатора тока датчика давления CSIM (контакт AIN-), минусовой вывод на контакт GND любого разъема.

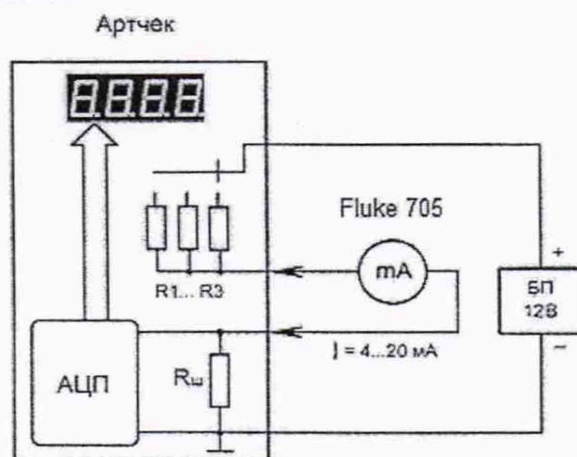


Рисунок 16 – Схема для определения погрешности задания тока

– переходят в раздел меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.7" (рисунок 17);

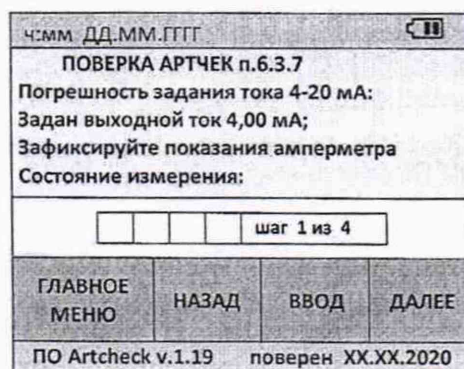


Рисунок 17 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.7"

– при переходе в п.6.3.7 меню автоматически устанавливается выходной ток Артчека около 4 мА. Заданное Артчеком значение тока индицируется на дисплее. При этом мигает желтый индикатор.

– заносят в таблицу 11 значение тока по показаниям на дисплее Артчек и эталонное значение по показаниям миллиамперметра;

– нажимают "ВВОД" для подтверждения, что показания миллиамперметра записаны и "ДАЛЕЕ" для перехода к следующему шагу;

– выполняют аналогичные действия для остальных трех шагов и значений воспроизводимого тока из таблицы 11;

Таблица 11

Параметр	Контрольные точки диапазона, %			
	0	33	66	100
Значения заданного Артчеком тока $I_{изм}$, мА	4,0	9,3	14,6	20,0
Значения тока $I_{эт}$ по показаниям миллиамперметра, мА				
Абсолютная погрешность Δ_I , мА				

Примечание: Реальные значения воспроизводимого Артчеком тока $I_{изм}$ могут отличаться от контрольных точек диапазона

– рассчитывают абсолютную погрешность для каждой контрольной точки по формуле

$$\Delta_I = I_{изм} - I_{эт} \quad (9)$$

где

Δ_I – абсолютная погрешность задания токового сигнала, мА;

$I_{изм}$ – измеренное Артчеком значение тока, мА;

$I_{эт}$ – значения тока по показаниям контрольного миллиамперметра для данной контрольной точки, мА;

Артчек считают выдержавшим поверку по данному параметру, если для каждой контрольной точки абсолютная погрешность не превышает $\pm 0,05$ мА.

6.3.8 Определение погрешности воспроизведения значений сопротивлений

Порядок действий:

– подготавливают к работе омметр, подключают его по 4-х проводной схеме к выходу РТ100:1 Артчека согласно РЭ;

– переходят в раздел меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.8" (рисунок 18);



Рисунок 18 – Вид меню "ПОВЕРКА АРТЧЕК п.6.3.8"

– перед началом первого измерения к выходному разъему РТ100:1 программно подключено тестовое сопротивление Артчека РТ100:1.1 номиналом 82,0 Ом, при этом мигает желтый индикатор и паспортное значение сопротивления индицируется на дисплее;

– заносят в таблицу 12 значение сопротивления по показаниям на дисплее Артчек и эталонное значение по показаниям омметра;

– нажимают "ВВОД" или "ДАЛЕЕ" для подтверждения, что показания омметра записаны и можно перейти к следующему шагу;

– выполняют аналогичные действия для РТ100:1.2;

– отсоединяют омметр от выхода РТ100:1 Артчек, подключают его к выходу РТ100:2 и повторяют изложенные выше операции для сопротивлений РТ100:2.1, РТ100:2.2, результаты 3-го и 4-го измерений заносят в таблицу 12;

– рассчитывают и заносят в таблицу абсолютную погрешность ΔR для каждого сопротивления по формуле

$$\Delta R = R_{\text{изм}} - R_{\text{пасп}}, \quad (10)$$

где $R_{\text{изм}}$ – измеренное значение сопротивления, Ом;

$R_{\text{пасп}}$ – паспортное значение сопротивления, Ом.

Таблица 12

Параметр	Значение			
	PT100:1.1	PT100:1.2	PT100:2.1	PT100:2.2
Тестовые сопротивления				
Паспортное значение сопротивления*, Ом	82,0	181,8	82,0	181,8
Измеренные значения, Ом				
Абсолютная погрешность ΔR , Ом				

* *Примечание: приведенные в таблице значения установленных сопротивлений могут отличаться от указанных и их следует уточнить по паспорту устройства Артчек.*

Артчек считают выдержавшим поверку по данному параметру, если для каждого тестового сопротивления абсолютная погрешность значений тестовых сопротивлений не превышает $\pm 0,1$ Ом.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки устройства Артчек оформляют протоколом в двух экземплярах по форме, приведенной в Приложении В. При оформлении протоколов вручную допускается форму протокола представлять в измененном виде.

7.2 При положительных результатах поверки Артчек оформляют свидетельство о поверке по установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке" с учётом изменений по Приказу Минпромторга РФ от 28.12.2018г. № 5329. Протокол поверки является обязательным приложением к свидетельству о поверке.

7.3 После присвоения номера протоколу поверки по дисплею устройства Артчек выполняют контроль обновления даты его поверки и проводят пломбирование устройства Артчек путем установки мастичной пломбы поверителя с тыльной стороны на один из винтов крепления корпуса Артчек.

7.4 При отрицательных результатах поверки устройство Артчек к эксплуатации не допускают, действующее свидетельство о предыдущей поверке аннулируют и оформляют извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815.

Начальник отдела 208
ФГУП "ВНИИМС"



Б.А. Иполитов

Начальник сектора отдела 208
ФГУП "ВНИИМС"



В.И. Никитин

Руководитель направления
ООО "Геолинк-Ньютек"



П.В. Епишкин

Схема подключения для поверки устройства Артчек

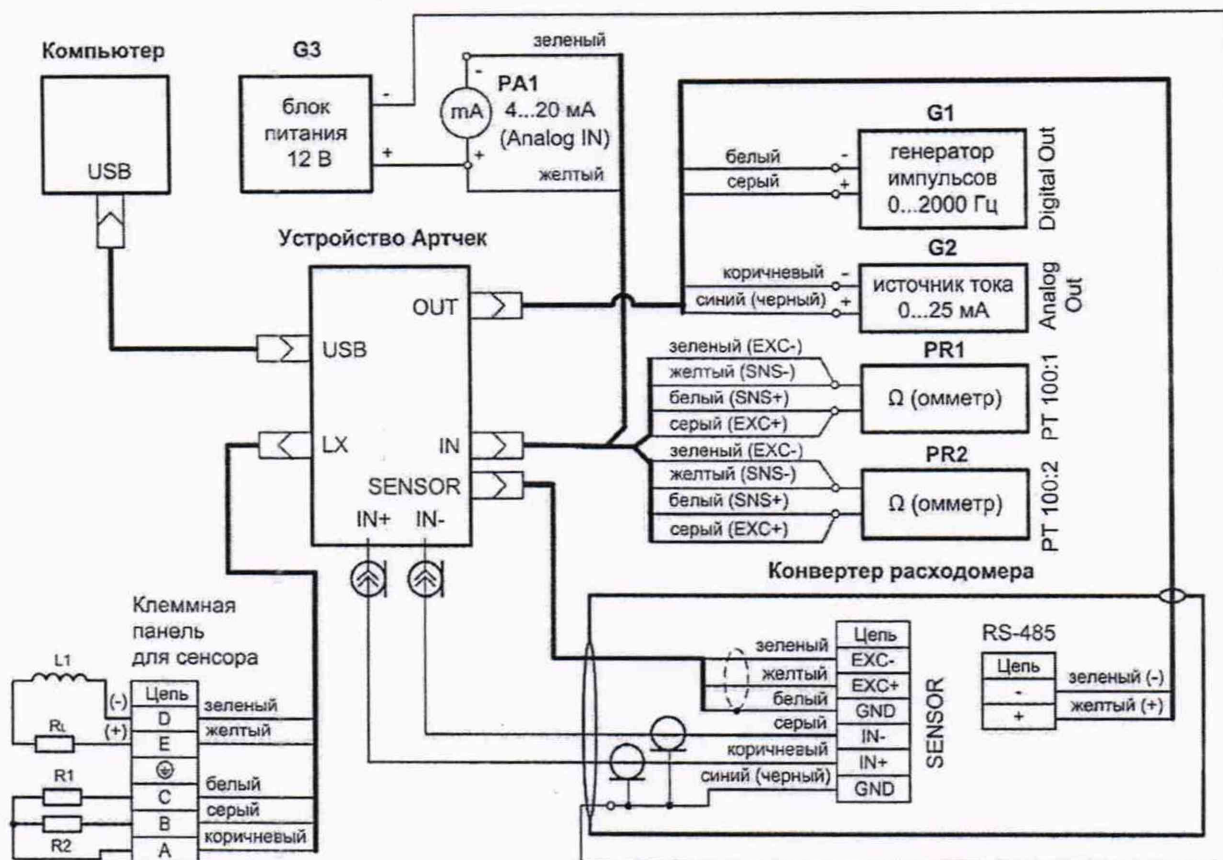


Рисунок А.1 – Подключение цепей для поверки измерительных каналов Артчек, где: Компьютер – IBM-совместимый; PA1 – миллиамперметр; G1 – генератор прямоугольных импульсов типа "меандр"; G2 – калибратор тока в режиме работы с внешним источником питания; G3 – стабилизированный блок питания, преобразующий переменное сетевое напряжение 220 В в постоянное 12 В (выходной ток до 250 мА); PR1 и PR2 – омметры; R1, R2 – магазины сопротивлений типа P4831; L1 – мера индуктивности; R_L – внутреннее активное сопротивление обмотки L1.

Примечание: Кабель для подключения устройства Артчек к порту USB компьютера рекомендуется использовать не более 3 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Расчетные соотношения
для определения эталонных значений модуля $|Z_{расч}|$ и фазы $\varphi_{расч}$ импеданса
для различных вариантов соединения мер индуктивностей

1. Последовательное включение

1.1 Мера индуктивности L с внутренним активным сопротивлением R_L и магазин сопротивлений R (Рисунок Б1)

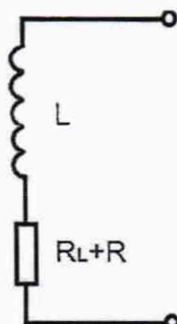


Рисунок Б.1 – Последовательное соединение меры индуктивности L и магазина R :

$$|Z| = \sqrt{(R_L + R)^2 + (\omega L)^2} \quad (\text{Б.1})$$

$$\varphi = \arctg\left(\frac{\omega L}{R_L + R}\right) \quad (\text{Б.2})$$

где $\omega = 224,3977$ рад/с.

1.2 При последовательном соединении 2-х мер индуктивностей с (L_1, R_{L1}) и (L_2, R_{L2}) значения их индуктивностей и активных сопротивлений суммируются:

$$L = L_1 + L_2 \quad (\text{Б.3})$$

$$R_L = R_{L1} + R_{L2} \quad (\text{Б.4})$$

2. Параллельное включение

2.1 Меры индуктивности L_1, L_2 с внутренними активными сопротивлениями R_{L1}, R_{L2} (Рисунок Б2)

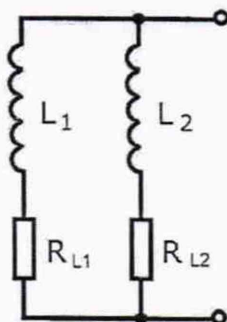


Рисунок Б.2 – Параллельное соединение мер индуктивностей L_1, L_2

ПРИЛОЖЕНИЕ В

**Форма протокола поверки
устройства имитационно-поверочного Артчек**

Протокол поверки
№ _____ от "___" _____ 20__ г.
устройства имитационно-поверочного Артчек

Наименование, тип, модель	Устройство имитационно-поверочное Артчек		
Серийный/заводской номер	Auto	Дата изготовления:	Auto
Регистрационный номер в ФИФ	XXXXXX-XX		
Наименование методики поверки	ГСИ. Устройства имитационно-поверочные Артчек. Методика поверки МП 208-004-2020		
Место проведения поверки	Ров		
Средства поверки	Ров		
Условия поверки	температура _____, °С; влажность _____%; атмосферное давление _____ мм рт. ст.		

пункт МП	Операции поверки	Тестовый сигнал или параметр по МП	Зада-ние, значе-ние	Отклик, значение	По-греш-ность	Допуск	Ре-зультат
6.1	Внешний осмотр	—	—	—	—	—	Ров
6.2	Опробование						
6.2.1	Функционирование RS-485	—	—	—	—	—	Ров
6.2.1	Отображение информ. на дисплее	—	—	—	—	—	Ров
6.2.1	Наименование ПО	"Artcheck"	—	Artcheck	—	—	Auto
6.2.1	Номер версии ПО	не ниже 1.19	—	1.19	—	—	Auto
6.2.1	Цифровой идентификатор ПО	"2d00c"	—	2d00c	—	—	Auto
6.2.2	Проверка модуля контроля целостности электродов	R ₁ =20к; R ₂ =1,8к	—	—	—	—	Auto
		R ₁ =20к; R ₂ =10к	—	—	—	—	Auto
		R ₁ =20к; R ₂ =20к	—	—	—	—	Auto
		R ₁ =20к; R ₂ =99к	—	—	—	—	Auto
		R ₁ =20к; R ₂ =∞	—	—	—	—	Auto
		R ₁ =1,8к; R ₂ =20к	—	—	—	—	Auto
		R ₁ =10к; R ₂ =20к	—	—	—	—	Auto
		R ₁ =20к; R ₂ =20к	—	—	—	—	Auto
		R ₁ =99к; R ₂ =20к	—	—	—	—	Auto
	R ₁ =∞; R ₂ =20к	—	—	—	—	Auto	
6.3	Определение метрологических характеристик						
6.3.1	Погрешность измерения небаланса сопротивлений Δ _{ΔR}	R ₁ =20к; R ₂ =20к	Auto	Auto	Auto	±75 Ом	Auto
		R ₁ =20к; R ₂ =19,8к	Auto	Auto	Auto	±75 Ом	Auto
		R ₁ =20,2к; R ₂ =19,8к	Auto	Auto	Auto	±75 Ом	Auto
		R ₁ =19,8к; R ₂ =20к	Auto	Auto	Auto	±75 Ом	Auto
		R ₁ =99к; R ₂ =99к	Auto	Auto	Auto	±150 Ом	Auto
6.3.2	Нестабильность коэффициента ослабления δK(p), %	δK(10%)	Ров	Auto	Ров	±0,2 %	Ров
		δK(50%)	Ров	Auto	Ров	±0,2 %	Ров
		δK(90%)	Ров	Auto	Ров	±0,2 %	Ров

6.3.3	Погрешность измерения сигнала постоянного тока в диапазоне от 4 до 24 мА, γ_1 , %	(4,0±0,1) мА	Pov	Auto	Pov	±0,2 %	Pov
		(14,0±0,1) мА	Pov	Auto	Pov	±0,2 %	Pov
		(24,0±0,1) мА	Pov	Auto	Pov	±0,2 %	Pov
6.3.4	Погрешность измерения амплитуды тока возбуждения в диапазоне от 50 до 250 мА, γ_1 , %	(50,0±0,1) мА	Pov	Auto	Pov	±0,2 %	Pov
		(150,0±0,1) мА	Pov	Auto	Pov	±0,2 %	Pov
		(250,0±0,1) мА	Pov	Auto	Pov	±0,2 %	Pov
6.3.5	Погрешность измерения частоты в диапазоне от 8,0 до 2000 Гц, δ_f , %	(8,0000±0,0001) Гц	Pov	Auto	Pov	±0,02 %	Pov
		(1000,0±0,01) Гц	Pov	Auto	Pov	±0,02 %	Pov
		(2000,0±0,01) Гц	Pov	Auto	Pov	±0,02 %	Pov
6.3.6	Погрешность δ_z измерения значения модуля импеданса $ Z $, %	$ Z_{расч} $, Ом	Pov	Auto	Pov	±1,0 %	Pov
		$ Z_{расч} $, Ом	Pov	Auto	Pov	±1,0 %	Pov
		$ Z_{расч} $, Ом	Pov	Auto	Pov	±1,0 %	Pov
6.3.6	Погрешность δ_φ измерения значения фазового угла φ импеданса Z , %	$\varphi_{расч}$, рад	Pov	Auto	Pov	±1,0 %	Pov
		$\varphi_{расч}$, рад	Pov	Auto	Pov	±1,0 %	Pov
		$\varphi_{расч}$, рад	Pov	Auto	Pov	±1,0 %	Pov
6.3.7	Погрешность задания тока в диапазоне от 4 до 20 мА, Δ_I , мА	(4,0±0,1) мА	Auto	Pov	Pov	±0,05 мА	Pov
		(9,3±0,1) мА	Auto	Pov	Pov	±0,05 мА	Pov
		(14,6±0,1) мА	Auto	Pov	Pov	±0,05 мА	Pov
		(20,0±0,1) мА	Auto	Pov	Pov	±0,05 мА	Pov
6.3.8	Погрешность воспроизведения значений сопротивлений ΔR , Ом	PT100:1.1 из ПС	Auto	Pov	Pov	±0,1 Ом	Pov
		PT100:1.2 из ПС	Auto	Pov	Pov	±0,1 Ом	Pov
		PT100:2.1 из ПС	Auto	Pov	Pov	±0,1 Ом	Pov
		PT100:2.2 из ПС	Auto	Pov	Pov	±0,1 Ом	Pov

Результат проверки: _____ (годен/негоден)

Поверитель: _____ (ФИО), _____ (подпись), _____ (дата)

Примечания:

1. Символ "Auto" означает автоматическое заполнение Устройством Артчек данной ячейки Протокола поверки на основании обработки данных, полученных им в результате измерений или считанных из памяти ЭМР.

2. Символ "Pov" означает заполнение поверителем вручную значений тестовых сигналов, откликов, рассчитанных погрешностей и результатов выполнения операций поверки после распечатки частично заполненного Протокола поверки по Примечанию 1.