

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального  
директора – заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



  
\_\_\_\_\_ А.Н. Щипунов

» 03 \_\_\_\_\_ 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерительная автоматизированная комплекса МКИС**

Методика поверки  
МП 651-21-068

2025 год

## СОДЕРЖАНИЕ

	ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	3
1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
3	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	8
4	ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	8
5	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	9
6	ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	11
7	ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	11
8	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	12
9	ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	12
10	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	13
11	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	25

## ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- $\Delta$  – абсолютная погрешность измерений;
- ВП – верхний предел диапазона измерений;
- ВИП - вторичный измерительный преобразователь;
- ДИ – диапазон измерений;
- ИК – измерительный канал;
- ИВ – измеренная величина;
- КТ - контрольная точка;
- МП – методика поверки;
- МХ – метрологические характеристики;
- МИ – методика измерений;
- НЗ – нормированное значение;
- НП - нижний предел ДИ или НЗ измеряемого параметра;
- ОС - операционная система Windows;
- $\delta$  – относительная погрешность измерений;
- ПК – персональный компьютер;
- ПО – программное обеспечение;
- ПИП – первичный измерительный преобразователь;
- РЭТ– рабочий эталон;
- РЭ – руководство по эксплуатации;
- СИ – средство измерений;
- ТПР – турбинный преобразователи расхода;
- ТС – термопреобразователь сопротивления;
- ТД – техническая документация;
- ТП – термоэлектрический преобразователь;
- ФИФ ОЕИ – федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
- ЭЧ - электрическая часть ИК.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки МП 651-21-068 «ГСИ. Система измерительная автоматизированная комплекса МКИС. Методика поверки» распространяется на систему измерительную автоматизированную комплекса МКИС (далее – система), заводской номер 2005 0001/1, изготовленную акционерным обществом «Опытно-конструкторское бюро «Аэрокосмические системы» (АО «ОКБ «Аэрокосмические системы»), г. Дубна, и устанавливает порядок, методы и объем ее первичной и периодической поверок.

1.2 Прослеживаемость результатов измерений при поверке системы обеспечивается:

- согласно приказу Росстандарта от 26 сентября 2022 года № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты» к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022;

- согласно приказу Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы» к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023;

- согласно приказу Росстандарта от 22 октября 2019 года № 2498 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы» к государственному первичному эталону крутящего момента силы ГЭТ 149-2023;

- согласно приказу Росстандарта от 01 октября 2018 года № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А» к государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ4-91;

- согласно приказу Росстандарта от 21 июля 2023 года № 1491 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока» к государственному эталону коэффициентов преобразования силы электрического тока ГЭТ 152-2018;

- согласно приказу Росстандарта от 28 декабря 2018 года № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения» к государственному первичному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018;

- согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3456 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока» к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014;

- согласно приказу Росстандарта от 11 мая 2022 года № 1133 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа» к государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017;

- согласно приказу Росстандарта от 20 октября 2022 года № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» к государственному первичному эталону единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см<sup>2</sup> ГЭТ 43-2022;

- согласно приказу Росстандарта от 26 сентября 2022 года № 2356 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости» к государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019;

- согласно Приказу Росстандарта от 20 октября 2022 года № 2653 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» к государственному первичному эталону единицы давления – паскаля ГЭТ 23-2010;

- согласно приказу Росстандарта от 1 сентября 2022 года № 2183 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений угловой скорости и частоты вращения» к государственному первичному специальному эталону единицы угловой скорости ГПСЭ 108-2019;

- согласно приказу Росстандарта от 29 января 2026 года № 147 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры» к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0,3 до 273,16 К ГЭТ 35-2026;

- согласно приказу Росстандарта от 19 ноября 2024 года № 2712 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры» к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020;

- согласно приказу Росстандарта от 21 ноября 2023 года № 2415 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов» к государственному первичному эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов ГЭТ 151-2020.

1.3 Настоящая МП устанавливает комплектный и поэлементный способы поверки ИК.

1.3.1 Последовательность операций при комплектном способе:

- внешний осмотр ИК;  
- подготовка системы и ПО к определению МХ (поверке) ИК в соответствии с АСДБ.00381-01 34 02;

- проверка работоспособности (опробование) ИК (в комплекте с ПИП) в соответствии АСДБ.98.01.5000 РЭ;

- выполнение измерений;  
- определение и оценка МХ ИК.

1.3.2 Последовательность операций поверка при поэлементном способе:

- внешний осмотр ИК;  
- демонтаж (при необходимости) измерительных компонентов и отдельное определение и оценка МХ по соответствующим для каждого из них методикам.

Электрическая часть ИК при поверке данным способом принимается как отдельный измерительный компонент ИК вне зависимости от количества в её составе метрологически значимых элементов (других измерительных компонентов). ЭЧ ИК поверяется по месту по соответствующим разделам настоящей МП.

1.4 Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики, указанные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Наименование ИК	Количество ИК	Значение характеристики	
		диапазон измерений	пределы допускаемой погрешности (нормированы для рабочих условий)
Крутящего момента силы	2	от 100 до 800 Н·м	$\pm 0,5 \% (\gamma)^*$
Частоты вращения выводных валов	2	от 500 до 10 000 об/мин	от 500 до 5000 об/мин включ. $\pm 7$ об/мин ( $\Delta$ )
Частоты вращения вала редуктора	1	от 500 до 6 000 об/мин	от 5 000 до 10 000 об/мин $\pm 0,15 \% (\delta)$
Массового расхода топлива	2	от 0,042 до 0,800 кг/с	$\pm 0,5 \% (\delta)$
Массового расхода газов (воздуха)	1	от 0,95 до 1,4 кг/с включ.	$\pm 1,5 \% (\delta)$
		свыше 1,4 до 5,5 кг/с	$\pm 0,7 \% (\delta)$
Избыточного давления воздуха (газов) и жидкости	4	от 0 до 400 кПа	$\pm 0,4 \% (\gamma)$
	3	от 0 до 600 кПа	
	1	от 0 до 1000 кПа	
	3	от 0 до 600 кПа	$\pm 2$ кПа ( $\Delta$ )
	1	от 0 до 2500 кПа	$\pm 10$ кПа ( $\Delta$ )

продолжение таблицы 1

Температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термопреобразователями сопротивления	3	от -50 °С до +50 °С	± 1,0 % (Υ)
	2	от 0 °С до +60 °С	
	5	от -50 °С до +120 °С	
	2	от +110 °С до +260 °С	± 0,5 % (δ)
	1	от -50 °С до +120 °С включ.	± 2 °С (Δ)
		от +120 °С до +400 °С	± 0,5 % (δ)
1	от 0 °С до +400 °С	± 0,75 % (Υ)	
Температуры воздуха (газов), измеряемой термоэлектрическими преобразователями КТХА	5	от 0 °С до +1100 °С	± 8 °С (Δ)
Массы топлива	2	от 0,024 до 144,00 кг	± 0,5 % (δ)
Виброускорение в диапазоне частот от 20 до 1000 Гц	2	от 5 до 200 м/с <sup>2</sup>	± 12 % (δ)
Силы постоянного тока	1	от 0 до 1500 А	± 1,5 % (Υ)
Напряжения постоянного тока	2	от 0 до 60 В	± 0,5 % (Υ)
Временных интервалов	1	от 1 до 999 с	± 0,1 с (Δ)
Относительной влажности атмосферного воздуха	1	от 5 до 95 %	± 3,5% (Δ)
Абсолютное давление атмосферного воздуха	1	от 900 до 1100 гПа	± 66 Па (Δ)
* Примечания: Δ – абсолютная погрешность измерений. δ от ИЗ – относительная погрешность измерений от измеренного значения. Υ – приведенная погрешность измерений к верхнему пределу измерений.			

Таблица 2

Наименование ИК	Количество ИК	Диапазон измерений (диапазон показаний на дисплее системы)	Источник сигнала на входе ИК	Пределы допускаемой основной погрешности ИК*
Температуры воздуха (газов), измеряемой датчиком температуры типа ТХА(К) (в части измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры)	1	от 0 до 45,119 мВ (от 0 °С до 1100 °С)	Термоэлектрические преобразователи ТХА(К) по ГОСТ Р 8.585-2001	± 2,2 °С (Δ)
Частоты вращения вала редуктора (в части измерения частоты переменного тока, соответствующего значениям частоты вращения)	1	от 4,17 до 50 Гц (от 500 до 6000 об/мин)	тахогенератор ДТ-1 или аналог с числом пар полюсов ротора p = 2	± 10 об/мин (Δ)
* Пределы допускаемой погрешности ИК пересчитаны для значений ИК без учета погрешностей ПИП.				

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке системы выполнить операции, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр СИ	да	да	7
2 Подготовка к поверке и опробование СИ	да	да	8
3 Проверка программного обеспечения СИ	да	да	9
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10
4.1 Проверка диапазона и определение приведенной погрешности измерений крутящего момента силы <sup>1)</sup>	да	да	10.1
4.2 Проверка диапазона и определение погрешности измерений частоты вращения вала редуктора, выводных валов и частоты вращения вала редуктора (в части измерения частоты переменного тока, соответствующего значениям частоты вращения) <sup>1)</sup>	да	да	10.2
4.3 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массового расхода топлива <sup>2)</sup>	да	да	10.3
4.4 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массы топлива <sup>2)</sup>	да	да	10.4
4.5 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массового расхода газов (воздуха) <sup>2)</sup>	да	да	10.5
4.6 Проверка диапазона и определение приведенной погрешности измерений избыточного давления воздуха (газов) и жидкости <sup>1)</sup>	да	да	10.6
4.7 Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости измеряемой термопреобразователями сопротивления, термоэлектрическими преобразователями КТХА, датчиком температуры типа ТХА(К) (в части измерений напряжения постоянному току, соответствующего значениям температуры) <sup>2)</sup>	да	да	10.7
4.8 Проверка диапазона и определение погрешности измерений амплитуды виброускорения в диапазоне частот от 20 до 1000 Гц <sup>1)</sup>	да	да	10.8
4.9 Проверка диапазона и определение погрешности измерений напряжения постоянного тока <sup>1)</sup>	да	да	10.9
4.10 Проверка диапазона и определение погрешности измерений силы постоянного тока <sup>2)</sup>	да	да	10.10

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
4.11 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности атмосферного воздуха <sup>2)</sup>	да	да	10.11
4. Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления атмосферного воздуха <sup>2)</sup>	да	да	10.12
4.13 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений временных интервалов <sup>2)</sup>	да	да	10.13
5 Оформление результатов поверки	да	да	11
<sup>1)</sup> Поверка осуществляется комплектным способом			
<sup>2)</sup> Поверка осуществляется поэлементным способом			

2.2 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных измерительных блоков из состава средства измерений, периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений и (или) сокращение числа поверяемых ИК по соответствующим пунктам настоящей методики поверки в соответствии с требованиями программ испытания изделий для измерительного контроля параметров, для которых она предназначена. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и сведениях в ФИФ ОЕИ на основании решения эксплуатирующей организации.

2.3 Первичная поверка измерительной системы проводится до ввода в эксплуатацию.

2.4 Допускается независимая поверка каждого ИК, в том числе после ремонта (в объеме периодической), с обязательным указанием об этом в сведениях в ФИФ ОЕИ системы.

2.5 В случае получения отрицательных результатов по любому пункту таблиц 1 и 2 система бракуется и направляется в ремонт.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку проводить при следующих условиях (если не оговорено иное):

- температура окружающего воздуха, °С .....от плюс 18 до плюс 28;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре +25 °С, % ..... не более 90;
- атмосферное давление, кПа..... от 96,0 до 106,7;
- напряжение сети переменного тока, В..... от 361 до 399;
- частота переменного тока, Гц.....от 49 до 51.

Пр и м е ч а н и е – При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (РЭТ) должны соответствовать требованиям, указанным в их РЭ.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право проведения поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений. Работы по выполнению поверки системы должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за эксплуатацию испытательного стенда. Персонал, проводящий поверку, должен быть ознакомлен с руководством по эксплуатации системы и настоящей методикой поверки.

4.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке и иметь удостоверение на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска по электробезопасности не ниже 2.

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 4.  
Таблица 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10.1 Проверка диапазона и определение приведенной погрешности измерений крутящего момента силы	Рабочий эталон единицы массы 4 разряда по ГПС утвержденной Приказом Росстандарта № 2818 от 29.12.2018 набор гирь класса точности M1 по ГОСТ OIML R 111-1-2009, номиналом 1 кг, 500 г. Рабочий эталон единицы массы 5 разряда по ГПС утвержденной Приказом Росстандарта № 2818 от 29.12.2018 комплект гирь класса точности M2 по ГОСТ OIML R 111 класса точности M2 общей массой до 200 кг (20 шт. по 10 кг).	Гири класса точности M1 по ГОСТ OIML R 111-1-2009 (рег. № 58020-14) Рабочий эталон единицы массы 5 разряда по Приказу № 2818 от 29.12.2018 набор гирь класса точности M2 по ГОСТ OIML R 111 класса точности M2 общей массой до 200 кг
п.10.2 Проверка диапазона и определение погрешности измерений частоты вращения редуктора и выводных валов	Рабочий эталон 5-го разряда по ГПС утвержденной Приказом Росстандарта №2360 от 26 сентября 2022 года в диапазоне значений от 20 Гц до 10 кГц	Тахометр электронный Testo 470 (рег. № 48431-11) Генератор сигналов специальной формы АКПП-3420/2 (рег. № 70738-18)
п.10.3 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массового расхода топлива п.10.4 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массы топлива п.10.5 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массового расхода газов (воздуха)	Поверяется автономно в соответствии с 3124.0000.00-01 МП «Счетчики-расходомеры массовые ЭЛМЕТРО-Фломак. Методика поверки»	
п.10.6 Проверка диапазона и определение приведенной погрешности измерений избыточного давления воздуха (газов) и жидкости	Рабочий эталон 3 разряда по ГПС утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа» в диапазоне от 0 до 2500 кПа	Калибраторы давления с внешними модулями давления Crystal, мод. M1, WT, XP2i, XP2i-DP, 31, 33, nVision, HPC41, HPC41-BARO, HPC42, HPC42-BARO (рег. №64480-16)

Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10.7 Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления постоянному току 4 разряда по ГПС утвержденной Приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 года в диапазоне значений от 0 до 250 Ом Рабочий эталон 3 разряда по ГПС утвержденной Приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520 для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы в диапазоне значений от 0 до 60 В	Калибраторы-измерители унифицированных сигналов прецизионные ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (рег. № 56318-14)
п.10.8 Проверка диапазона и определение погрешности измерений амплитуды виброускорения в диапазоне частот от 20 до 1000 Гц	Рабочий эталон 1 разряда по ГПС утвержденной Приказом Росстандарта от 28 декабря 2018 года № 2772 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения» в диапазоне измерений: от 0,1 до 392 м/с <sup>2</sup> . Диапазон рабочих частот: от 2 до 20000 Гц.	Станция для калибровки преобразователей вибрации 9155D-779/831 (рег. №45699-10)
п.10.9 Проверка диапазона и определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	Рабочий эталон 3 разряда по ГПС утвержденной Приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520 для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы в диапазоне значений от 0 до 60 В	Мультиметр цифровой DMM4050 (рег. № 43826-10)
п.10.10 Проверка диапазона и определение погрешности измерений силы постоянного тока	Поверяется автономно в соответствии с: • 46ПИГН.411521.035 МП «Преобразователи силы тока измерительные ДТХ. Методика поверки»; • МП 046/551-2014 «Преобразователи напряжения измерительные аналого-цифровые модульные NI PXIe-4300, NI PXIe-4353»	
п.10.11 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности атмосферного воздуха	Поверяется автономно в соответствии с КУВФ.413631.100МП «Преобразователи относительной влажности и температуры измерительные ПВТ100. Методика поверки»	
п.10.12 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений давления атмосферного воздуха	Поверяется автономно в соответствии с МИ 2699-2001 «ГСИ. Барометры вибрационные частотные. Методика поверки».	
п.10.13 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений временных интервалов	Поверяется автономно в соответствии с ЭНКС.681730.002 МП «ГСИ. Блоки коррекции времени ЭНКС-2. Методика поверки»	

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<b>Вспомогательные средства поверки</b>		
10.1 – 10.11	<p>Средство измерений условий окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- температуры воздуха в диапазоне от +10 °С до +40 °С с погрешностью не более 0,5 °С;</li> <li>- относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью не более 3 %;</li> <li>- атмосферного давления воздуха в диапазоне от 960 до 1040 гПа с погрешностью не более 5 гПа.</li> </ul> <p>Средство измерений параметров электрической сети:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- напряжения сети переменного тока в диапазоне от 350 до 430 В с погрешностью не более 14 В;</li> <li>- частоты переменного тока в диапазоне от 40 до 60 Гц с погрешностью не более 0,1 Гц.</li> </ul>	<p>Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)</p> <p>Мультиметр цифровой U1253B (рег. № 41501-10)</p>
10.1	<p>Измерения длины от 0 до 1000 мм.</p> <p>Диапазон измерений углов по лимбу: ±120°. Погрешность измерений: ± 30''.</p>	<p>Линейка металлическая (рег. № 66266-16)</p> <p>Квадрант оптический КО-60 (рег. №26905-15)</p>

5.2 Вместо указанных в таблице 4 допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение МХ системы с требуемой точностью.

5.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены, результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки системы следует соблюдать требования безопасности, устанавливаемые руководством по эксплуатации на систему и руководствами по эксплуатации используемого при поверке оборудования.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

7.1 При внешнем осмотре установить соответствие системы следующим требованиям:

- комплектность согласно паспорту АСДБ.98.01.5000 ПС;
- маркировку согласно руководству по эксплуатации АСДБ.98.01.5000 РЭ;
- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов крепления, четкость фиксации их положения;
- четкость обозначений, чистоту и исправность разъемов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб;
- герметичность линий измерения давлений.

СИ, входящие в состав системы, не должны иметь внешних повреждений, которые могут влиять на работу системы, при этом должно быть обеспечено: надежное крепление соединителей и разъемов, отсутствие нарушений экранировки кабелей, качественное заземление.

7.2 Результаты проверки считать положительными, если система удовлетворяет перечисленным в пункте 7.1 требованиям.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки поверитель должен изучить руководства по эксплуатации поверяемой системы и используемых средств поверки.

8.1.2 Подготовить систему к работе в соответствии с руководством по эксплуатации, проверить включение электропитания системы.

8.1.3 При подготовке к поверке провести следующие работы:

- проверить наличие поверочных клейм, а также наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ на эталонные и вспомогательные средства поверки;
- подготовить к работе все приборы и аппаратуру согласно их РЭ;
- собрать схемы поверки ИК, приведенные ниже, проверить целостность электрических цепей;

- обеспечить оперативную связь оператора у монитора с оператором, задающим контрольные значения эталонных сигналов на входе ИК;

- включить вентиляцию и освещение в испытательных помещениях;

- включить питание ПИП и аппаратуры системы не менее чем за 30 мин до начала проведения поверки;

- создать, проконтролировать и записать в протокол условия проведения поверки.

### 8.2 Опробование системы

8.2.1 Перед началом работ проверить оборудование и включить систему, руководствуясь документом АСДБ.98.01.5000 РЭ.

8.2.2 При опробовании проверить правильность функционирования ИК системы.

Запустить программу «Метрология».

Примечание - работы по программе «Метрология» выполнять в соответствии с руководством оператора АСДБ.00381-01 34 02.

Проверка работоспособности (опробование) ИК при комплектной поверке и ЭЧ ИК при поэлементной поверке установить с помощью РЭТ на входе в ИК значение измеряемой величины (параметра) равное НП ДИ ИК в единицах измерений величины.

Для проверки работоспособности ЭЧ ИК при поэлементной поверке установить с помощью РЭТ значение измеряемой величины (параметра) равное НП и ВП ДИ ИК в единицах измерений её носителя.

Оператору ПК проконтролировать измеренные системой значения единицы величины. Убедиться в правильности функционирования ИК.

8.3 Результаты опробования считать положительными, если измеренные значения единицы величины совпадают с заданными эталонными значениями в пределах допускаемой погрешности измерений ИК системы. В противном случае система бракуется и после выявления и устранения причины производится повторное опробование.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Проверить соответствие идентификационных данных (признаков) метрологически значимой части ПО в следующей последовательности:

- проверить идентификационное наименование метрологически значимой части ПО в соответствии с руководством по эксплуатации;

- проверить номер версии (идентификационный номер) метрологически значимой части ПО в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2 Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют идентификационным данным, приведенным в руководстве по эксплуатации системы и данным, приведенным в таблице 5.

Таблица 5

Наименование ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	Метрология
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не менее 1.2
Цифровой идентификатор ПО	—

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Проверка диапазона и определение приведенной погрешности измерений крутящего момента силы (количество ИК – 2)

10.1.1 Проверка диапазона и относительную погрешность измерений крутящего момента силы определить комплектным способом (прямые измерения) с оценкой МХ по результатам сквозной проверки ИК в следующей последовательности:

- подготовить к работе измерительную и испытываемую аппаратуру в соответствии с ЭД на них;

- установить на корпус динамометра калибровочный комплект (испытательные рычаги);

- измерить линейкой металлической длину плеча испытательного рычага  $l_{гр}$ , на который устанавливаются калибровочные грузы;

- измерить линейкой металлической длину плеча  $l_{д}$ , на котором установлен тензодатчик;

- поместить на грузоприемные пластины грузы общей массой 100 кг с шагом 10 кг;

- измерить квадрантом угол между плечом испытательного рычага и вертикалью;

- определить действительное значение крутящего момента  $M_{д}$  по формуле (1) и зафиксировать в протоколе испытаний;

$$M_{д} = m_{гр} \cdot g \cdot l_{гр} \cdot \cos(\alpha), \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (1)$$

где:

$m_{гр}$ , кг – суммарная масса корзины и грузов;  $g$ ,  $\text{м}/\text{с}^2$  – ускорение свободного падения;  $l_{гр}$ , м – длина плеча испытательного рычага, на который устанавливаются калибровочные грузы,  $\alpha$ , градус – угол отклонения рычага относительно горизонта.

- зафиксировать в протоколе испытаний измеренное значение крутящего момента силы

$M_{изм}$ , отображенное на мониторе компьютера АИС МКИС;

- остановить измерения;

- определить приведенную погрешность  $\gamma_{м}$  по формуле (2), как отношение абсолютной погрешности измерений к значению верхнего предела измерений ИК крутящего момента силы  $M_{вп}$ , где абсолютная погрешность – это разность между значением крутящего момента  $M_{д}$ , определенного по формуле (1) и значение крутящего момента силы  $M_{изм}$ , отображенных на мониторе компьютера АИС МКИС:

$$\gamma_{м} = \frac{\max|M_{д} - M_{изм}|}{M_{вп}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

10.1.2 Провести измерения крутящего момента силы в диапазоне от 100 до 800 Н·м в точках 100, 160, 240, 480, 720, 800 Н·м. Измерения провести не менее 3 раз для каждого значения крутящего момента силы.

*Примечание – для создания крутящего момента силы величиной 100 Н·м необходимо использовать одну гирю 10 кг, две гири 1 кг, одну гирю 500 г. Для создания других величин используются только гири 10 кг.*

10.1.3 Провести в соответствии с п.п. 10.1.1 и 10.1.2 поверку всех ИК крутящего момента силы, входящих в состав АИС МКИС.

*Примечание - Проведение измерений ИК проводить путем наложения гирь на корзину рычага и их снятия с корзины рычага. Наложение гирь на корзину рычага и их снятие должны быть плавными, без ударов и толчков. Подход к измеряемому значению должен осуществляться медленно, с одной стороны, соответствующей ходу измерений характеристики. Перемена знака приращения нагрузки в процессе нагружения или снятия грузов не допускается. Прямая ветвь измерений характеристики снимается в результате прямого хода (нагружения корзины рычага) измерений ИК, обратная ветвь измерений характеристики снимается в результате обратного хода (разгружения корзины рычага). Один прямой и один следующий за ним обратный ход измерений составляют один цикл измерений ИК.*

10.1.4 Результаты операции поверки считать положительными, если значения погрешности измерений крутящего момента силы находятся в допустимых пределах, указанных в таблице 1. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

10.2 Проверка диапазона и определение погрешности измерений частоты вращения вала редуктора, выводных валов и частоты вращения вала редуктора (в части измерения частоты переменного тока, соответствующего значениям частоты вращения) (количество ИК – 4)

10.2.1 Проверка диапазона и погрешность измерений определить комплектным способом в следующей последовательности:

- подготовить к работе измерительную и испытываемую аппаратуру в соответствии с ЭД на них;

Примечания:

1. Для определения погрешности измерения частоты вращения выводных валов необходимо разомкнуть предохранительную муфту между динамометром и остальной частью машинной линии и установить задающее тахометрическое приспособление на динамометр;

2. Для определения погрешности измерения частоты вращения вала редуктора (датчика IFM RA3101) необходимо датчик установить на задающее тахометрическое приспособление.

- на вал поверяемого ИК прикрепить светоотражающую метку для отсчитывания показаний с рабочего эталона (РЭТ) согласно схеме, приведенной на рисунке 1;

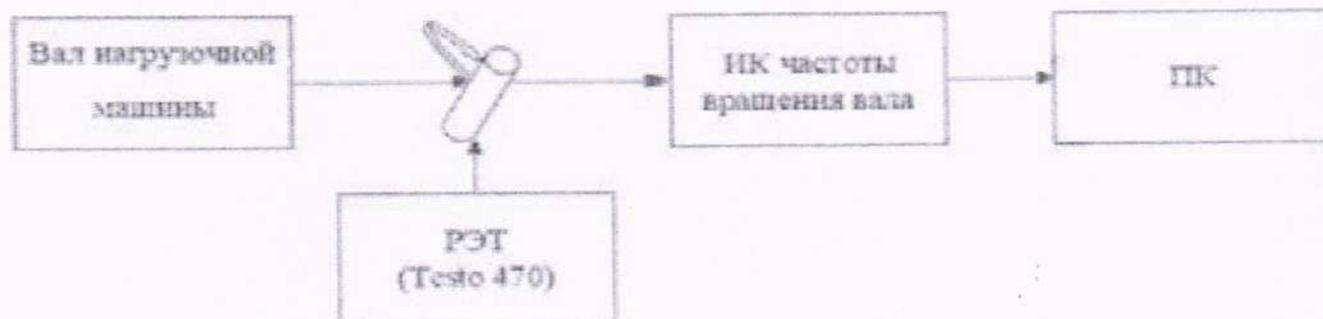


Рисунок 1 - Схема поверки ИК частоты вращения выводных валов (вала редуктора)

- провести работу по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты вращения устанавливать с помощью системы управления стенда в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Наименование параметра ИК	ИК	Диапазон измерений ИК, об/мин	Номинальные значения частоты вращения вала, об/мин
Частоты вращения выводных валов	2	от 500 до 10 000 об/мин	500; 1000; 2000; 4000; 5000, 6000, 7000, 8000 9000, 10000
Частоты вращения вала редуктора	1	от 500 до 6 000 об/мин	500; 1000; 2000; 4000; 5000, 5500, 6000
Частота вращения вала редуктора (в части измерения частоты переменного тока, соответствующего значениям частоты вращения) Количество каналов: 1	1	от 500 до 6 000 об/мин	500; 1000; 2000; 4000; 5000, 5500, 6000

10.2.2 После завершения измерений определить абсолютную погрешность измерений АИС МКИС частоты вращения выводных валов в диапазоне от 500 до 5000 об/мин включ. по формуле (3):

$$\Delta = \max |N_{\text{testo 470}} - N_{\text{изм}}|, \quad (3)$$

где:

$N_{\text{изм}}$ , об/мин – частота вращения объекта, измеренная АИС МКИС;

, об/мин – частота вращения объекта, измеренная тахометром электронным Testo 470.

10.2.3 Определить относительную погрешность измерения АИС МКИС частоты вращения выводных валов в диапазоне от 5 000 до 10 000 об/мин) в соответствии с формулой (4):

$$\delta = \max \left| \frac{N_{\text{testo 470}} - N_{\text{изм}}}{N_{\text{testo 470}}} \right| \cdot 100 \%, \quad (4)$$

10.2.4 Повторить операции п. 4.4.1 для всех ИК частоты вращения, входящих в состав АИС МКИС.

10.2.5 Подключить ИК (частоты вращения вала редуктора) без ПИП к РЭТ (генератор сигналов специальной формы АКПП-3420/2) по схеме, приведенной на рисунке 2.

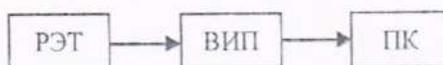


Рисунок 2 - Структурная схема проверки ВИП ИК генератором АКПП-3420/2

Подать на ВИП последовательно частоту, соответствующую частоте вращения вала редуктора 500, 1000, 3000, 5000, 5500, 6000 об/мин.

Определить погрешность измерений ВИП ИК частоты вращения вала редуктора (в части измерения частоты переменного тока, соответствующего значениям частоты вращения) АИС МКИС.

10.2.6 Результаты операции поверки считать положительными, если значения погрешности измерений частоты вращения вала находятся в допускаемых пределах, указанных в таблицах 1 и 2. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

10.3 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массового расхода топлива (количество ИК – 2)

ИК массового расхода топлива, входящий в состав АИС МКИС, состоит из ПИП счетчика-расходомера массового ЭЛМЕТРО-Фломак (рег. № 47266-16), который подключается по цифровому интерфейсу с ПК системы и поверяется в соответствии с установленной методикой поверки.

10.3.1 Погрешность измерений ИК массового расхода топлива определить поэлементным способом (прямые измерения) с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК в следующей последовательности:

- проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПИП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПИП должны соответствовать паспорту (этикетке);

- для ПИП проверить наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ;

10.3.2 Результаты операции поверки считать положительными если счетчик-расходомер массовый ЭЛМЕТРО-Фломак имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.3.3 Повторить операции п.п 4.3.1 и 10.3.2 для всех ИК массового расхода топлива, входящих в состав АИС МКИС.

10.3.4 В случае невыполнения условий, указанных в п.п 10.3.1 и 10.3.2, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10.4 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массы топлива (количество ИК – 2)

ИК массы топлива, входящий в состав АИС МКИС, состоит из ПИП счетчика-расходомера массового ЭЛМЕТРО-Фломак (рег. № 47266-16), который подключается по цифровому интерфейсу с ПК системы и поверяется в соответствии с установленной методикой поверки.

10.4.1 Погрешность измерений ИК массы топлива определить поэлементным способом (прямые измерения) с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК в следующей последовательности:

- проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПИП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПИП должны соответствовать паспорту (этикетке).

- для ПИП проверить наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.4.2 Результаты операции поверки считать положительными если счетчик-расходомер массовый ЭЛМЕТРО-Фломак имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.4.3 Повторить операции п.п 4.4.1 и 10.4.2 для всех ИК массы топлива, входящих в состав АИС МКИС.

10.4.4 В случае невыполнения условий, указанных в п.п 10.4.1 и 10.4.2, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10.5 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений массового расхода газов (воздуха) (количество ИК – 1)

ИК массового расхода газов (воздуха), входящий в состав АИС МКИС, состоит из ПИП счетчика-расходомера массового ЭЛМЕТРО-Фломак (рег. № 47266-16), который подключается по цифровому интерфейсу с ПК системы и поверяется в соответствии с установленной методикой поверки.

10.5.1 Погрешность измерений ИК массового расхода газов (воздуха) определить поэлементным способом (прямые измерения) с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК в следующей последовательности:

- проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПИП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПИП должны соответствовать паспорту (этикетке).

- для ПИП проверить наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.5.2 Результаты операции поверки считать положительными если счетчик-расходомер массовый ЭЛМЕТРО-Фломак имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.5.3 В случае невыполнения условий, указанных в п.п 10.5.1 и 10.5.2, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10.6 Проверка диапазона и определение приведенной погрешности измерений избыточного давления воздуха (газов) и жидкости (количество ИК – 12)

10.6.1 Проверку диапазона и приведенную погрешность измерений избыточного давления воздуха (газов) и жидкости определить комплектным способом (прямые измерения) с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК в следующей последовательности:

- проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПИП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПИП должны соответствовать паспорту (этикетке);

- подготовить систему и ПО к определению МХ (поверке) ИК в соответствии с АСДБ.00381-01 34 02;

- отсоединить вход ПИП давления воздуха (газов) и жидкости от магистрали давления испытательного стенда и соединить его с РЭТ давления (калибратор давления с внешними модулями давления Crystal, мод. М1, с модулем давления НРС42-BARO) по схеме, приведенной на рисунке 2;

- провести измерения давления воздуха (газов) и жидкости в диапазонах от 0 до 400 кПа, от 0 до 600 кПа, от 0 до 1000 кПа, от 0 до 2500 кПа.

10.6.2 Номинальные значения давления устанавливать с помощью РЭТ давления в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

Наименование параметра ИК	Количество ИК	Диапазон измерений ИК, кПа	Номинальные значения давления воздуха (газов) и жидкости, кПа	Пределы допускаемой погрешности
Давление воздуха (газов) и жидкости	4	от 0 до 400	0; 100; 200; 300; 400	± 0,4 % (Υ)
	3	от 0 до 600	0; 100; 300; 500; 600	± 0,4 % (Υ)
	3	от 0 до 600	0; 100; 300; 500; 600	± 2 кПа (Δ)
	1	от 0 до 1000	0; 250; 500; 750; 1000	± 0,4 % (Υ)
	1	от 0 до 2500	0; 500; 1000; 1500; 2000; 2500	± 10 кПа (Δ)

10.6.3 После завершения измерений оценить МХ всех ИК давления воздуха (газов) и жидкости и определить максимальную погрешность измерений избыточного давления каждого ИК системы по формулам (5) и (6):

$$\Delta_{ик} = \max |P_d - P_{изм}|, \quad (5)$$

$$\gamma_{ик} = \frac{\max |P_d - P_{изм}|}{P_{вп}} \cdot 100, \% \quad (6)$$

где:

$P_d$ , кПа – значение избыточного давления, установленное с РЭТ;

$P_{изм}$ , кПа – измеренное значение АИС МКИС;

$P_{ди}$ , кПа – разность верхнего и нижнего пределов диапазона измерений ПИП избыточного давления.

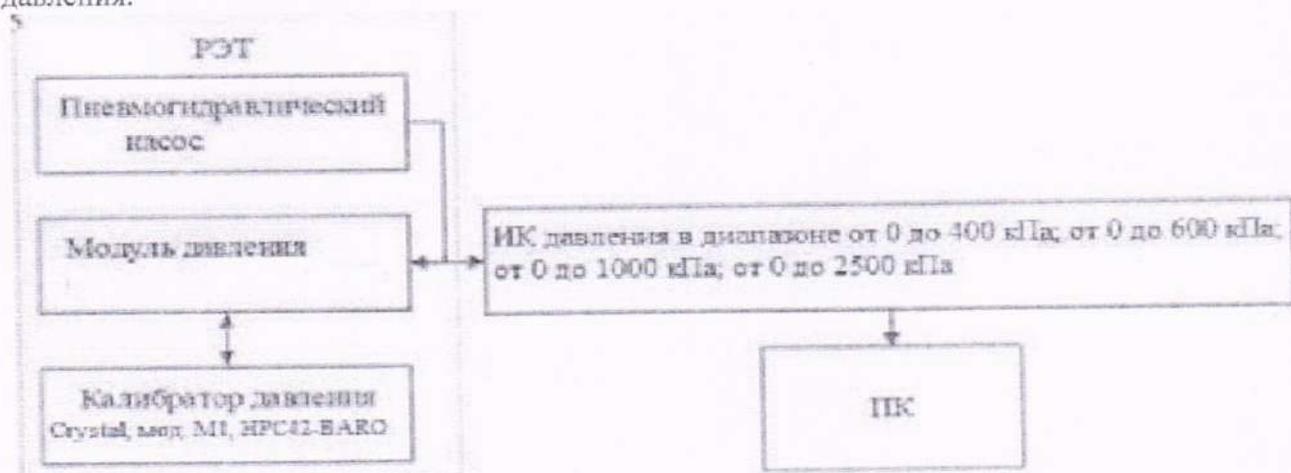


Рисунок 2 - Схема поверки ИК давления

10.6.4 Результаты операции поверки считать положительными, если значения диапазонов и погрешности измерений всех ИК давления воздуха (газов) и жидкости находятся в допускаемых пределах, указанных в таблице 1. В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

10.7 Проверка диапазона и определение погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости, измеряемой термопреобразователями сопротивления, термоэлектрическими преобразователями КТХА, датчиком температуры типа ТХА(К) (в части измерений напряжения постоянному току, соответствующего значениям температуры) (количество ИК – 20)

10.7.1 ИК температуры воздуха (газов) и жидкости, входящие в состав АИС МКИС, состоят из ПИП, включающие в себя датчики температуры типа КТХА и ТСПТ (рег. №№ 75207-19 и 75208-19 которые поверяются в соответствии с установленной на них методикой поверки) и ВИП, включающие в себя преобразователя напряжения и сопротивления измерительного NI PXIe-4353 и NI PXIe-4357 (рег. № 57392-14 и 57580-14 соответственно) вместе с барьерами искробезопасности ЛПА-400.

10.7.2 Погрешность измерений ИК температуры воздуха (газов) и жидкости определить поэлементным способом (прямые измерения) с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК в два этапа:

1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПИП;

2 этап – поверка электрической части ИК с целью проверки диапазона измерений и определения МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений ИК).

Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПИП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование, маркировка типа и номера ПИП должны соответствовать паспорту (этикетке).

Для всех ПИП проверить наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.7.3 Поверку электрической части каждого ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

- подключить ИК без ПИП к РЭТ (ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012) по схеме, приведенной на рисунке 3 а) или б);

- последовательно задать по таблице 8 с помощью РЭТ электрические сигналы, соответствующие измеряемой ПИП физической величине, в порядке возрастания при прямом ходе, затем в порядке убывания при обратном ходе, одновременно фиксирую в протоколе испытаний показания АИС МКИС и РЭТ. Количество измерения в каждой точке должно быть не менее 5. Количество циклов (прямой и обратный ходы) должно быть не менее 3;

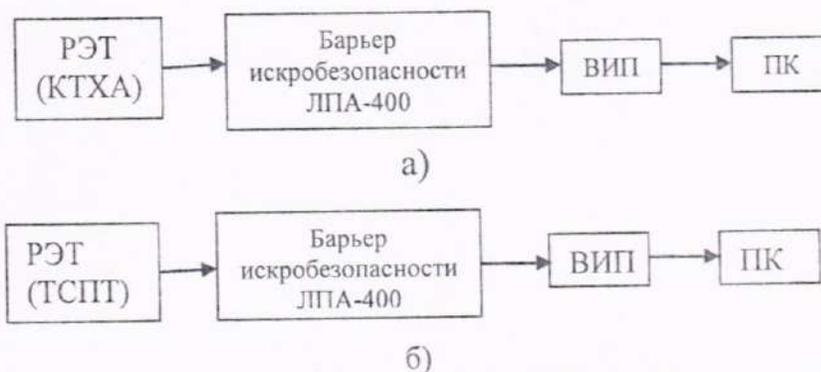


Рисунок 3 - Структурная схема проверки ВИП ИК температуры рабочим эталоном ИКСУ

Таблица 8

Воспроизводимая РЭТ температура в режиме КТХА, ТСПТ, °С	Допустимая погрешность измерений температуры электрической части ИК (NI PXIe-4353, NI PXIe-4357), °С
ИК температуры в диапазоне от 0°С до + 1100°С (КТХА количество ИК - 5)	
0	± 2,2
+250	
+500	
+750	
+1100	
ИК температуры в диапазоне от -50 до + 50°С (ТСПТ количество ИК - 3)	
-50	± 0,3
0	
+10	
+25	
+50	
ИК температуры в диапазоне от 0°С до + 60°С (ТСПТ количество ИК - 2)	
0	± 0,3
+15	
+30	
+45	
+60	

ИК температуры в диапазоне от – 50°С до + 120°С (ТСПТ количество ИК - 5)	
– 50	± 0,3
0	
+30	
+60	
+90	
+120	
ИК температуры в диапазоне от – 50°С до + 120°С (ТСПТ количество ИК - 1)	
– 50	± 0,25
0	
+ 60	
+90	
+120	
200	
+300	
+400	
ИК температуры в диапазоне от 0°С до + 400 °С (ТСПТ количество ИК - 1)	
0	± 0,3
+100	
+ 200	
+300	
+400	
ИК температуры в диапазоне от 0°С до + 1100°С (ТХА(К) количество ИК - 1) *	
0	± 2,2
+250	
+500	
+750	
1100	
ИК температуры в диапазоне от 110°С до + 260 °С (ТСПТ количество ИК - 2)	
110	± 0,2
180	
260	
* – для канала без ПИП.	

10.7.4 После завершения измерений оценить МХ ИК температуры воздуха (газов) и жидкости в соответствии определить погрешность измерений электрической части ИК температуры по формулам 7, 8, 9:

- для абсолютной погрешности измерений

$$\Delta_T = \max |T_{\text{изм}} - T_d|, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7)$$

где:

$T_d$ , °С – значение температуры, которому соответствует заданный с РЭТ электрический сигнал (в соответствии с таблицами 8);

$T_{\text{изм}}$ , °С – измеренное значение температуры, отображенное на мониторе компьютера АИС МКИС.

- для относительной погрешности измерений

$$\delta_{\text{ИК}} = \frac{\max |T_{\text{изм}} - T_d|}{T_d} \cdot 100, \% \quad (8)$$

- для приведенной погрешности измерений

$$\gamma_{\text{ИК}} = \frac{\max |T_{\text{изм}} - T_d|}{T_{\text{вп}}} \cdot 100, \% \quad (9)$$

где:

$T_d$ , °С – значение температуры, которому соответствует заданный с РЭТ электрический сигнал (в соответствии с таблицами 8);

$T_{изм}$ , °C – измеренное значение температуры, отображенное на мониторе компьютера АИС МКИС;

$T_{вп}$ , °C – значение верхнего предела диапазона измерений ИК температуры АИС МКИС.

10.7.5 Значение максимальной, суммарной с ПИП, (абсолютной, относительной или приведенной) погрешности ИК, определить по формуле:

$$\theta_c = \pm(|\theta_{пп}| + |\widehat{\theta A}|) \quad (10)$$

где  $\theta_{пп}$  – значение погрешности (абсолютной, относительной или приведенной) первичного измерительного преобразователя;

$\widehat{\theta A}$  – максимальное значение погрешности (абсолютной, относительной или приведенной) измерений электрической части ИК АИС МКИС.

10.7.6 Результаты операции поверки считать положительными, если значения суммарной погрешности измерений температуры воздуха (газов) и жидкости ИК АИС МКИС, измеряемой КТХА, ТСПТ, ТХА(К) и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в заданных диапазонах измерений, находятся в допускаемых пределах, указанных в таблицах 1 и 2, ПП имеют действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

Проверка диапазона и определение погрешности измерений амплитуды виброускорения в диапазоне частот от 20 до 1000 Гц (количество ИК - 2)

10.8.1 Относительную погрешность измерений виброускорения в рабочем диапазоне амплитуд  $\delta_a$  (%) определить на фиксированной частоте 160 Гц, не менее чем при трёх значениях амплитуд, равномерно распределенных по амплитудному диапазону, одно из которых должно быть 5 м/с<sup>2</sup>, другое – 200 м/с<sup>2</sup>.

10.8.2 Собрать ИК в соответствии с рисунком 4;

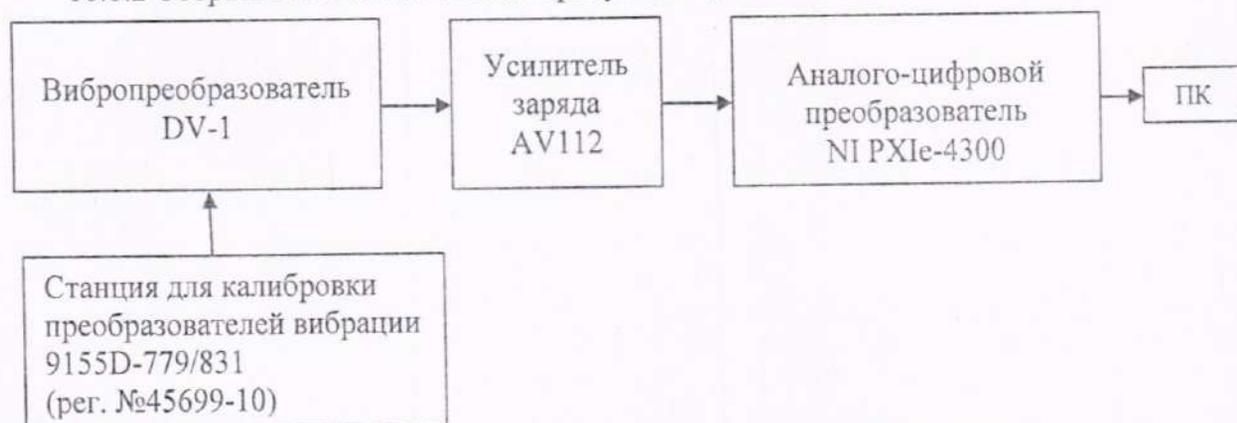


Рисунок 4 - Структурная схема ИК амплитуды виброускорения в диапазоне частот от 20 до 1000 Гц

Вибропреобразователь из состава ИК установить на вибровозбудитель эталонной виброустановки таким образом, чтобы ось чувствительности вибропреобразователя совпадала с направлением колебаний.

Воспроизвести значение частоты и амплитуды виброускорения. Считать показания ИК, отображенные на мониторе компьютера АИС МКИС.

10.8.3 По результатам каждого измерения определить относительную погрешность измерений виброускорения в рабочем диапазоне амплитуд  $\delta_a$  по формуле (11)

$$\delta_a = \frac{\vartheta_n - \vartheta_g}{\vartheta_g} \cdot 100, \quad (11)$$

где:

$\vartheta_g$  – значение параметра вибрации, воспроизводимое эталонной виброустановкой;

$\vartheta_n$  – измеренное значение параметра вибрации, отображенное на мониторе компьютера АИС МКИС.

Числовое значение должно выражать амплитудное значение измеряемого виброускорения.

10.8.4 Относительную погрешность измерений виброускорения в рабочем диапазоне частот  $\delta_f$  (%) определить при постоянном значении амплитуды виброускорения, воспроизводимого эталонной виброустановкой не менее чем при пяти значениях частоты, находящихся в пределах рабочего диапазона частот ИК от 20 до 1000 Гц.

При этом два значения частоты должны быть в начале диапазона, два – в конце диапазона (обязательно наличие 20 и 1000 Гц).

Вибропреобразователь из состава ИК установить на вибровозбудитель эталонной виброустановки таким образом, чтобы ось чувствительности вибропреобразователя совпадала с направлением колебаний.

Воспроизвести значение частоты и амплитуды виброускорения. Считать показания ИК, отображенные на мониторе компьютера АИС МКИС.

Относительную погрешность измерений виброускорения в рабочем диапазоне частот  $\delta_f$  определить по формуле (12):

$$\delta_f = \frac{\vartheta_n - \vartheta_g}{\vartheta_g} \cdot 100, \% \quad (12)$$

10.8.5 Расчет относительной погрешности измерений виброускорения  $\delta_{ИК}$  (%) произвести при доверительной вероятности 0,95 по формуле (13):

$$\delta_{ИК} = 1,1 \sqrt{\delta_{эт}^2 + \Delta_{af}^2 + \nu^2}, \quad (13)$$

где:

$\delta_{эт}$ , – относительная погрешность эталонной виброустановки;

$$\Delta_{af} = \sqrt{\delta_a^2 + \delta_f^2};$$

$\nu = 0,5\Delta_{af}$  – нестабильность ИК за межповерочный интервал.

10.8.6 Повторить операции п.п. 4.10.1-4.10.3 для второго ИК амплитуды виброускорения.

10.8.7 Результаты операции поверки считать положительными, если значения суммарной погрешности измерений, если значения относительной погрешности измерений каждого ИК амплитуды виброускорения в диапазоне частот от 20 до 1000 Гц, входящих в состав АИС МКИС, в диапазоне измерений от 5 до 200 м/с<sup>2</sup> находятся в пределах  $\pm 12$  %.

В противном случае ИК бракуется и после выявления и устранения причины производится повторная поверка.

10.9 Проверка диапазона и определение погрешности измерений напряжения постоянного тока (количество ИК - 2)

10.9.1 Погрешность измерений ИК напряжения постоянного тока определить комплексным способом (прямые измерения) по результатам сквозной проверки ИК в следующей последовательности:

- подготовить к работе измерительную и испытываемую аппаратуру в соответствии с ЭД на них;
- собрать схему проверки ИК напряжения постоянного тока в соответствии с рисунком 5;

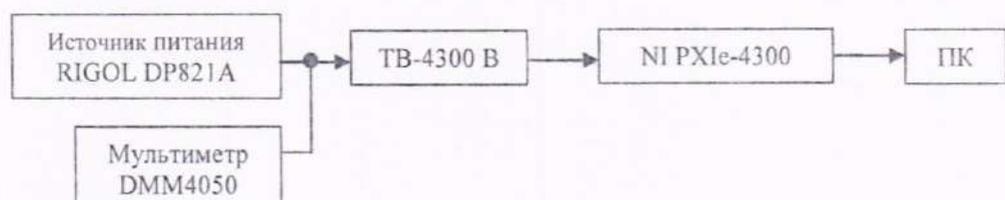


Рисунок 5 - Структурная схема проверки ИК

- провести настройку испытываемой аппаратуры на требуемый диапазон измерений в соответствии с АСДБ.98.01.5000РЭ;

- ориентируясь на показания мультиметра DMM4050 последовательно задать с помощью источника питания напряжение постоянного тока 0, 0,1, 10, 30, 60 В;
- зафиксировать в протоколе испытаний показания мультиметра 3458А и АИС МКИС. Количество измерения в каждой точке должно быть не менее 5;
- отключить напряжение на источнике питания;
- по результатам измерений определить приведенную погрешность  $\gamma_U$  по формуле (14), как отношение абсолютной погрешности к значению верхнего предела измерений ИК напряжения постоянного тока  $U_{вп}$ , где абсолютная погрешность – это разность между показаниями ИК ( $U_{изм}$ ) и действительным значением напряжения постоянного тока  $U_d$ , заданным на РЭТ:

$$\gamma_U = \frac{\max|U_{изм} - U_d|}{U_{вп}} \cdot 100, \% \quad (14)$$

10.9.2 Повторить операции для всех ИК в соответствии с п. 10.9.1.

10.9.3 Результаты операции поверки считать положительными, если значения суммарной погрешности измерений, каждого измерительного канала напряжения постоянного тока, входящего в состав АИС МКИС, в диапазоне от 0 до 60 В не превышают  $\pm 0,5$  % от ВП.

10.9.4 В случае невыполнения условий, указанных в п. 10.9.3, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10.10 Проверка диапазона и определение погрешности измерений силы постоянного тока (количество ИК – 1)

10.10.1 ИК силы постоянного тока, входящие в состав АИС МКИС, состоят из ПИП преобразователя силы постоянного тока ДТХ-1500-У (рег. № 61699-15) и ВИП преобразователя напряжения измерительного NI PXIe-4300 (рег. № 57392-14).

10.10.2 Проверку диапазона и определение погрешности измерений ИК постоянного тока проводят поэлементным способом с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК в следующей последовательности:

- подготовить к работе измерительную и испытываемую аппаратуру в соответствии с ЭД на них;

- проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПИП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование, маркировка типа и номера ПИП должны соответствовать паспорту (этикетке);

- проверить наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ ПИП преобразователя силы постоянного тока ДТХ-1500-У и ВИП преобразователя напряжения измерительного NI PXIe-4300.

10.10.3 Результаты операции поверки считать положительными, если ПИП преобразователь силы постоянного тока ДТХ-1500-У (рег. № 61699-15) и ВИП преобразователь напряжения измерительный NI PXIe-4300 (рег. № 57392-14), имеют действующие свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ.

10.10.4 В случае невыполнения условий, указанных в п. 10.10.3, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10.11 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности атмосферного воздуха (количество ИК – 1)

10.11.1 ИК относительной влажности атмосферного воздуха, входящий в состав АИС МКИС, состоит из преобразователя относительной влажности и температуры измерительного ПВТ100-Н4.2.И (рег. № 64951-16).

10.11.2 Погрешность измерений ИК относительной влажности атмосферного воздуха определить поэлементным способом (прямые измерения) с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК в следующей последовательности:

- подготовить к работе измерительную и испытываемую аппаратуру в соответствии с ЭД на них;

- проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПИП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование, маркировка типа и номера ПИП должны соответствовать паспорту (этикетке).

- проверить на ПИП преобразователь относительной влажности и температуры измерительный ПВТ100-Н4.2.И (рег. № 64951-16) наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ;

- подключить ИК по схеме, приведенной на рисунке 7;

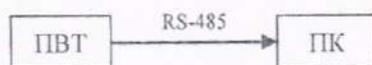


Рисунок 7 - Структурная схема проверки ИК относительной влажности атмосферного воздуха

- провести измерение относительной влажности атмосферного воздуха. Измеренное значение относительной влажности атмосферного воздуха, отображенное на мониторе компьютера АИС МКИС, должно соответствовать показаниям индикатора ПВТ100-Н4.2.И.

10.11.3 Результаты поверки считать положительными, если преобразователь относительной влажности и температуры измерительный ПВТ100-Н4.2.И имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ, значение погрешности измерений ИК относительной влажности атмосферного воздуха АИС МКИС, в диапазоне от 5 до 95 % не превышают  $\pm 3,5$  %.

10.11.4 В случае невыполнения условий, указанных в п.10.11.3, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10.12 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления атмосферного воздуха (количество ИК – 1)

10.12.1 ИК давления атмосферного воздуха, входящий в состав АИС МКИС, состоит из барометра рабочего сетевого БРС-1М (рег. № 16006-97).

10.12.2 Проверку диапазона и погрешность измерений ИК абсолютного давления атмосферного воздуха определить поэлементным способом (прямые измерения) с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК в следующей последовательности:

- подготовить к работе измерительную и испытываемую аппаратуру в соответствии с ЭД на них;

- проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПИП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование, маркировка типа и номера ПИП должны соответствовать паспорту (этикетке).

- проверить на ПИП барометр рабочий сетевой БРС-1М (рег. № 16006-97) наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ;

- подключить ИК по схеме, приведенной на рисунке 8;

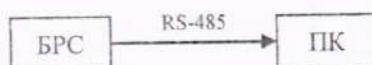


Рисунок 8 - Структурная схема проверки ИК давления атмосферного воздуха

- провести измерение давления атмосферного воздуха. Измеренное значение давления атмосферного воздуха, отображенное на мониторе компьютера АИС МКИС, должно соответствовать показаниям индикатора БРС-1М.

10.12.3 Результаты операции поверки считать положительными, если барометр рабочий сетевой БРС-1М имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ, значение абсолютной погрешности измерений

ИК давления атмосферного воздуха, входящего в состав АИС МКИС, в диапазоне от 900 до 1100 гПа не превышают  $\pm 66$  Па.

10.12.4 В случае невыполнения условий, указанных в п.10.12.3, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК производится повторная поверка.

10.13 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений временных интервалов (количество ИК – 1)

10.13.1 ИК временных интервалов, входящий в состав АИС МКИС, состоит из блока коррекции времени ЭНКС-2 (рег. № 37328-15).

10.13.2 Проверку диапазона и погрешность измерений ИК измерений временных интервалов определить поэлементным способом (прямые измерения) с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК в следующей последовательности:

- подготовить к работе измерительную и испытываемую аппаратуру в соответствии с ЭД на них;
- проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПИП не должен иметь видимых внешних повреждений, пломбирование, маркировка типа и номера ПИП должны соответствовать паспорту (этикетке).
- проверить на ПИП блок коррекции времени ЭНКС-2 (рег. № 37328-15) наличие действующего свидетельства о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ;
- подключить ИК по схеме, приведенной на рисунке 9;

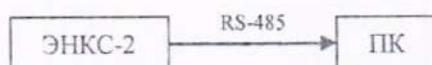


Рисунок 9 - Структурная схема проверки ИК временных интервалов

- провести измерение временного интервала блоком коррекции времени ЭНКС-2. Измеренное значение временного интервала, отображенное на мониторе компьютера АИС МКИС, должно соответствовать показаниям индикатора ЭНКС-2.

10.13.3 Провести проверку всех ИК в соответствии с п. 10.13.2.

10.13.4 Результаты операции поверки считать положительными, если блок коррекции времени ЭНКС-2 имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ, значение погрешности измерений ИК измерений временных интервалов, входящего в состав АИС МКИС, в диапазоне от 5 до 999 с не превышают  $\pm 0,1$  с.

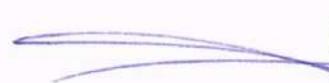
10.13.5 В случае невыполнения условий, указанных в п.10.13.4, проводится исследование ИК с целью определения причин несоответствия. После устранения несоответствий ИК производится повторная поверка.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки системы подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца системы или лица, представившего ее на поверку, на систему выдается свидетельство о поверке, и (или) в формуляр вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Результаты поверки оформляются по установленной форме.

Начальник НИО-10 ФГУП «ВНИИФТРИ»

 М.С. Шкуркин

Заместитель начальника НИО-10  
по организационно-техническим вопросам  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 В.В. Мороз