



2940

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

# СВИДЕТЕЛЬСТВО

об утверждении типа средств измерений

RU.E.34.001.B № 58441

Срок действия бессрочный

НАИМЕНОВАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Система измерительная для стендовых испытаний главных редукторов вертолетов СИГР-4

ЗАВОДСКОЙ НОМЕР 01

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Общество с ограниченной ответственностью "ПКЦ Системы ТРИАЛ",  
г. Москва

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № 60376-15

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ  
СТ11-014.01 МП

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ 1 год

Тип средств измерений утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 апреля 2015 г. № 401

Описание типа средств измерений является обязательным приложением к настоящему свидетельству.

Заместитель Руководителя  
Федерального агентства

С.С.Голубев



..... 2015 г.

Серия СИ

№ 019812



2940



УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ГЦИ СИ ФБУ  
«ГНМЦ Минобороны России»  
В. В. Швыдун  
24 02 2015 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ГЦИ СИ ФГУП  
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»  
Н.И. Ханов  
2014 г.

## Инструкция

Система измерительная для стендовых испытаний  
главных редукторов вертолетов  
СИГР-4

Методика поверки  
СТ11-014.01 МП

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Введение .....	3
2 Операции поверки .....	3
3 Средства поверки .....	4
4 Требования безопасности.....	5
5 Условия поверки.....	5
6 Подготовка к поверке .....	5
7 Проведение поверки .....	6
8 Обработка результатов измерений .....	26
9 Оформление результатов поверки .....	27
Приложение А - Функциональные схемы поверки измерительных каналов (ИК).....	28
Приложение Б - Форма протокола поверки (рекомендуемая).....	35

## 1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки (МП) устанавливает порядок проведения и оформления результатов поверки системы измерительной для стендовых испытаний главных редукторов вертолетов СИГР-4 (далее – система) и устанавливает методику ее первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	№ пункта МП	Проведение операции	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик			
3.1 Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы Количество измерительных каналов (ИК) – 3	7.3 (8.1, 8.3)	да	да
3.2 Определение относительной погрешности измерений частоты вращения Количество ИК – 3	7.4 (8.1, 8.3)	да	да
3.3 Определение приведенной (к верхнему пределу (ВП)) погрешности измерений силы Количество ИК – 6	7.5 (8.1, 8.2)	да	да
3.4 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений избыточного давления рабочей жидкости Количество ИК – 5	7.6 (8.1, 8.2)	да	да
3.5 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы переменного тока Количество ИК – 6	7.7, (8.1, 8.2)	да	да
3.6 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения переменного тока Количество ИК – 6	7.8, (8.1, 8.2)	да	да
3.7 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока Количество ИК – 4	7.9, (8.1, 8.2)	да	да
3.8 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока Количество ИК – 4	7.10, (8.1, 8.2)	да	да
3.9 Определение относительной погрешности измерений виброускорения Количество ИК – 2	7.11, (8.1, 8.2)	да	Да
3.10 Определение относительной погрешности измерений расхода рабочей жидкости Количество измерительных каналов (ИК) – 2	7.12 (8.1, 8.3)	да	да



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
3.11 Определение абсолютной погрешности измерений температуры рабочей жидкости и корпуса изделия Количество ИК температуры рабочей жидкости – 3 Количество ИК температуры корпуса изделия – 4	7.13 (8.1)	да	да
4 Проверка контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора программного обеспечения (ПО))	7.14	да	да

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Средства поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2

<i>Номер пункта МП</i>	<i>Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики</i>
1	2
7.3, 7.4, 7.11, 7.12	Генератор сигналов специальной формы ГСС-05: диапазон частот от 100 мкГц до 5 МГц, дискретность установки частоты 1 мкГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты $(F) \pm (5 \cdot 10^{-6} \cdot F + 1 \text{ мкГц})$ , диапазон установки размаха напряжения выходного сигнала от 1 мВ до 10 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения сигнала синусоидальной формы $(U) \pm (0,01 \cdot U + 0,2 \text{ мВ})$
7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, 7.10	Калибратор-измеритель стандартных сигналов КИСС-03: диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0,001 до 22,000 мА, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока: $\pm [0,05 + 0,01 \cdot (I / I_k - 1)] \%$ , где $I$ – верхний предел диапазона воспроизведения силы постоянного тока, $I_k$ – контрольное значение воспроизводимой силы постоянного тока; диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 1 мкВ до 11,0000 В, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока: $\pm [0,05 + 0,0075 \cdot (U / U_k - 1)] \%$ , где $U$ – верхний предел диапазона воспроизведения напряжения постоянного тока, $U_k$ – контрольное значение воспроизводимого напряжения постоянного тока
7.6	Калибратор давления DPI 610: диапазон измерения избыточного давления от 0,007 до 70 МПа, пределы допускаемой приведенной погрешности измерения избыточного давления $\pm 0,025 \%$
7.11	Виброустановка калибровочная портативная 9100D: диапазон воспроизведения виброускорения от 0 до 196 м/с <sup>2</sup> , расширенная неопределенность измерений виброускорения (на опорной частоте 100 Гц) $\pm 1 \%$
7.13	Магазин сопротивления P4831: диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0,01 Ом до 10 кОм, класс точности 0,02
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
5.1	Измеритель комбинированный «TESTO 176-P1»: диапазон измерения температуры от минус 20 до 70 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,2 \text{ °С}$ ; диапазон измерений атмосферного давления от 600 до 1100 мбар; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 3 \text{ мбар}$ ; диапазон измерения относительной влажности от 0 до 100%; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений влажности $\pm 0,1 \%$

Продолжение таблицы 2

1	2
<i>Вспомогательное оборудование</i>	
7.3, 7.4	Кабель для поверки ДМ СТ720.00.13.000
7.5	Кабель для поверки ИК силы СТ760.00.13.000
7.6	Кабель для поверки IU СТ760.00.12.000
7.11	Кабель для поверки ДВ СТ720.00.16.000
7.11	Кабель питания генератора тест-сигнала СТ720.00.21.000
7.11	Генератор тест-сигнала СТ720.00.20.000
7.12	Кабель для поверки ИК расхода СТ760.00.11.000
7.13	Кабель для поверки ИК температуры СТ720.81.00.000

3.2 При проведении поверки допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности и диапазону измерений требованиям настоящей МП.

3.3 При поверке должны использоваться средства измерений утвержденных типов.

3.4 Используемые при поверке рабочие эталоны должны быть поверены в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-94 и иметь действующее свидетельство о поверке (знак поверки).

3.5 Рабочие эталоны должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала поверки.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд.3), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.2.091-94 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 Любые подключения приборов проводить только при отключенном напряжении питания системы.

**ВНИМАНИЕ! На открытых контактах клеммных колодок системы напряжение опасное для жизни – 220 В.**

4.3 К поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации на систему и настоящую МП, знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке, освоившие работу с приборами и используемыми эталонами, изучившими, аттестованные в соответствии с ПР 50.2.012-94 и имеющих достаточную квалификацию.

#### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:  
 температура окружающего воздуха, °С (К) ..... от 15 до 25 (от 288 до 298);  
 относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % ..... от 30 до 80;  
 атмосферное давление, мм рт. ст. (кПа) ..... от 730 до 785 (от 97,3 до 104,6);  
 напряжение питания однофазной сети переменного тока при частоте  
 (50 ± 1) Гц, В..... от 215,6 до 224,4.

#### 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 При подготовке к поверке система должна быть технически исправна. На ней должны быть выполнены все предусмотренные регламентные работы и сделаны соответствующие отметки в эксплуатационных документах.



6.2 Проверить наличие свидетельств о поверке: датчиков крутящего момента силы, датчиков тахометрических, датчиков силы, датчиков давления (при поверке поэлементным методом), датчиков постоянного и переменного тока, датчиков постоянного и переменного напряжения, вибропреобразователей (при поверке поэлементным методом), преобразователей расхода турбинных, термоэлектрических преобразователей и термометров сопротивления.

6.3 Рабочее место, особенно при выполнении поверки непосредственно на месте технического обслуживания, должно обеспечивать возможность размещения необходимых средств поверки, удобство и безопасность работы с ними.

6.4 Проверить наличие свидетельств (знаков поверки) о поверке рабочих эталонов.

6.5 Подготовка к работе средств поверки (рабочих эталонов), перечисленных в таблице 2, производится в соответствии с инструкциями и руководствами по их эксплуатации.

6.6 Проверить целостность электрических цепей ИК. Включить питание системы.

6.7 Перед началом поверки измерить и занести в протокол поверки значения параметров условий окружающей среды (температура, влажность воздуха и атмосферное давление).

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений;
- исправность органов управления (четкость фиксации положения переключателей и кнопок);
- отсутствие нарушений экранировки линий связи;
- отсутствие обугливания изоляции на внешних токоведущих частях системы;
- отсутствие неудовлетворительного крепления разъемов;
- заземление стойки управления системы;
- наличие товарного знака изготовителя и заводского номера системы.

7.1.2 Результаты осмотра считать положительными, если выполняются вышеперечисленные требования. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

### 7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании системы необходимо:

включить систему, подав напряжение питания на все ее компоненты;  
запустить ПО Гарис.

7.2.2 Результаты опробования считать положительными, если ПО Гарис запускается и в окне «По текущим А и В» отображается информация с действующими значениями измеряемых величин.

### 7.3 Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы

Определение относительной погрешности измерений крутящего момента силы проводить поэлементным методом.

Для диапазона измерений от 30 до 1000 Н·м (от 3,06 до 102 кгс·м)

7.3.1 Определение относительной погрешности датчика крутящего момента силы T10F

7.3.1.1 Провести поверку датчика крутящего момента силы T10F в соответствии с документом МП1702-2012 «Датчики крутящего момента силы серии T4A, T5, T10F, T20WN, T32FNA, T34FN, ТВ 1А, ТВ 2 фирмы «Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH. Методика поверки».

7.3.2 Определение относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы

7.3.2.1 Собрать функциональную схему для определения относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы, согласно рисунку 1 Приложения А.

Отключить датчик крутящего момента силы T10F от усилителя MGCplus.

Подключить генератор сигналов специальной формы ГСС-05 (далее – генератор ГСС-05) ко входу «2» многоканального измерительного усилителя MGCplus (далее - усилитель MGCplus) кабелем для поверки ДМ СТ720.00.13.000 из состава ЗИП системы.

7.3.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.3.2.3 Запустить ПО Гарис.

7.3.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.3.2.5 Установить на выходе генератора ГСС-05 значение частоты переменного тока 10,15 кГц (размах напряжения выходного сигнала 5В), соответствующее значению крутящего момента силы 3,06 кгс·м. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 3,06.

7.3.2.6 Записать измеренное значение в таблицу 3 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 3

Частота переменного тока, кГц	10,15	11,25	12,5	13,75	15
Крутящий момент силы, Н·м	30	250	500	750	1000
Крутящий момент силы, кгс·м	3,06	25,5	51	76,5	102
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , кгс·м					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , кгс·м					
Относительная погрешность $\delta_j$ , %					

7.3.2.7 Установить последовательно на выходе генератора ГСС-05 значения частоты переменного тока 11,25; 12,5; 13,75 и 15 кГц, соответствующие значениям крутящего момента силы 25,5; 51; 76,5 и 102 кгс·м (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.3.2.8 Записать измеренные значения в таблицу 3.

7.3.2.9 Повторить еще 2 раза действия по п.п. 7.3.2.5 – 7.3.2.8.

7.3.2.10 Рассчитать максимальное значение относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы,  $\delta_{\max}$  в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.3.3 Рассчитать относительную погрешность измерений крутящего момента силы  $\delta$  по формуле:

$$\delta = \delta_d + \delta_{\text{ИК}}, \quad (1)$$

где  $\delta_d$  – относительная погрешность датчика крутящего момента силы по п. 7.3.1.1, %;

$\delta_{\text{ИК}}$  – относительная погрешность измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы, ( $\delta_{\max}$ ) по п. 7.3.2.10, %.

7.3.4 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений крутящего момента силы находятся в допускаемых пределах  $\pm 0,5$  %, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

Для диапазона измерений от 100 до 1500 Н·м (от 10,2 до 153 кгс·м)

7.3.5 Определение относительной погрешности датчика крутящего момента силы

7.3.5.1 Провести поверку датчика крутящего момента силы T10F в соответствии с документом МП1702-2012 «Датчики крутящего момента силы серии T4A, T5, T10F, T20WN, T32FNA, T34FN, ТВ 1А, ТВ 2 фирмы «Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH. Методика поверки».

7.3.6 Определение относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы



7.3.6.1 Собрать функциональную схему для определения относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы, согласно рисунку 1 Приложения А.

Отключить датчик крутящего момента силы T10F от усилителя MGCplus.

Генератор ГСС-05 кабелем для поверки ДМ СТ720.00.13.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «4» усилителя MGCplus.

Примечание: Для второго ИК генератор ГСС-05 кабелем для поверки ДМ СТ720.00.13.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «6» усилителя MGCplus.

7.3.6.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.3.6.3 Запустить ПО Гарис.

7.3.6.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.3.6.5 Установить на выходе генератора ГСС-05 значение частоты переменного тока 10,25 кГц (размах напряжения выходного сигнала 5 В), соответствующее значению крутящего момента силы 10,2 кгс·м. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 10,2.

7.3.6.6 Записать измеренное значение в таблицу 4 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 4

Частота переменного тока, кГц	10,25	10,75	11,5	12,25	13	13,75
Крутящий момент силы, Н·м	100	300	600	900	1200	1500
Крутящий момент силы, кгс·м	10,2	30,6	61,2	91,8	122,4	153
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )						
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )						
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )						
Среднее значение $A_j$ , кгс·м						
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , кгс·м						
Относительная погрешность $\delta_j$ , %						

7.3.6.7 Установить последовательно на выходе генератора ГСС-05 значения частоты переменного тока 10,75; 11,5; 12,25; 13 и 13,75 кГц, соответствующие значениям крутящего момента силы 30,6; 61,2; 91,8; 122,4 и 153 кгс·м (точки  $j = 2 - 6$ ).

7.3.6.8 Записать измеренные значения в таблицу 4.

7.3.6.9 Повторить еще 2 раза действия по п.п. 7.3.6.5 – 7.3.6.8.

7.3.6.10 Рассчитать максимальное значение относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы,  $\delta_{\max}$  в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.3.7 Рассчитать относительную погрешность измерений крутящего момента силы  $\delta$  по формуле (1), где  $\delta_d$  – относительная погрешность датчика крутящего момента силы по п. 7.3.5.1, %;  $\delta_{ик}$  – относительная погрешность измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы, ( $\delta_{\max}$ ) по п. 7.3.6.10, %.

7.3.8 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений крутящего момента силы находятся в допусках  $\pm 0,5$  %, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.3.9 Выполнить действия по п.п. 7.3.5 – 7.3.8 для второго ИК крутящего момента силы в диапазоне от 10,2 до 153 кгс·м.

#### 7.4 Определение относительной погрешности измерений частоты вращения

Определение относительной погрешности измерений частоты вращения проводить поэлементным методом.

Для диапазона измерений от 250 до 3100 об/мин

##### 7.4.1 Определение относительной погрешности датчика тахометрического МЭД-1

7.4.1.1 Провести поверку датчика тахометрического МЭД-1 в соответствии с документом ПЕЗ.259.003 ПМ1 «Датчик тахометрический МЭД-1. Методика поверки».

7.4.2 Определение относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения

7.4.2.1 Собрать функциональную схему для определения относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения, согласно рисунку 2 Приложения А.

Отключить датчик тахометрический МЭД-1 от усилителя MGCplus.

Подключить генератор ГСС-05 ко входу «1» усилителя MGCplus кабелем для поверки ДМ СТ720.00.13.000 из состава ЗИП системы.

7.4.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.4.2.3 Запустить ПО Гарис.

7.4.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.4.2.5 Зубчатое колесо на валу имеет 101 зуб. За один оборот тахометрический датчик МЭД-1 формирует 101 импульс, соответственно для 1000 оборотов частота сигнала на выходе датчика МЭД-1 составит, Гц:

$$f = 1000 \cdot 101 / 60 = 1683,33$$

Установить на выходе генератора ГСС-05 (параметры воспроизводимого сигнала: размах напряжения 5 В, смещение 2,5 В) значение частоты переменного тока 420,83 Гц, что соответствует значению частоты вращения 250 об/мин. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 250.

7.4.2.6 Записать измеренное значение в таблицу 5 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 5

Частота переменного тока, Гц	420,83	841,67	1683,33	3366,67	5218,33
Частота вращения, об/мин	250	500	1000	2000	3100
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , об/мин					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , об/мин					
Относительная погрешность $\delta_j$ , %					

7.4.2.7 Установить последовательно на выходе генератора ГСС-05 значения частоты переменного тока 841,67; 1683,33; 3366,67 и 5218,33 Гц, соответствующие значениям частоты вращения 500; 1000; 2000 и 3100 об/мин (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.4.2.8 Записать измеренные значения в таблицу 5.

7.4.2.9 Повторить еще 2 раза действия по п.п. 7.4.2.5 – 7.4.2.8.

7.4.2.10 Рассчитать максимальное значение относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения,  $\delta_{\max}$  в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.4.3 Рассчитать относительную погрешность измерений частоты вращения  $\delta$  по формуле (1), где  $\delta_d$  – относительная погрешность датчика тахометрического МЭД-1 по п. 7.4.1.1, %;  $\delta_{\text{ИК}}$  – относительная погрешность измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения, ( $\delta_{\max}$ ) по п. 7.4.2.10, %.

7.4.4 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений частоты вращения находятся в допусках  $\pm 0,5$  %, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

Для диапазона измерений от 250 до 6100 об/мин

7.4.5 Определение относительной погрешности датчика тахометрического МЭД-1

7.4.5.1 Провести поверку датчика тахометрического МЭД-1 в соответствии с документом ПЕЗ.259.003 ПМ1 «Датчик тахометрический МЭД-1. Методика поверки».



7.4.6 Определение относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения

7.4.6.1 Собрать функциональную схему для определения относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения, согласно рисунку 2 Приложения А.

Отключить датчик тахометрический МЭД-1 от усилителя MGCplus.

Генератор ГСС-05 кабелем для поверки ДМ СТ720.00.13.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «3» усилителя MGCplus.

Примечание: Для второго ИК генератор ГСС-05 кабелем для поверки ДМ СТ720.00.13.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «5» усилителя MGCplus.

7.4.6.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.4.6.3 Запустить ПО Гарис.

7.4.6.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.4.6.5 Установить на выходе генератора ГСС-05 (параметры воспроизводимого сигнала: размах напряжения 5 В, смещение 2,5 В) значение частоты переменного тока 420,83 Гц, что соответствует значению частоты вращения 250 об/мин. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 250.

7.4.6.6 Записать измеренное значение в таблицу 6 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 6

Частота переменного тока, Гц	420,83	1683,33	3366,67	6733,33	10268,33
Частота вращения, об/мин	250	1000	2000	4000	6100
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , об/мин					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , об/мин					
Относительная погрешность $\delta_j$ , %					

7.4.6.7 Установить последовательно на выходе генератора ГСС-05 значения частоты переменного тока 1683,33; 3366,67; 6733,33 и 10268,33 Гц, соответствующие значениям частоты вращения 1000; 2000; 4000 и 6100 об/мин (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.4.6.8 Записать измеренные значения в таблицу 6.

7.4.6.9 Повторить еще 2 раза действия по п.п. 7.4.4.5 – 7.4.4.8.

7.4.6.10 Рассчитать максимальное значение относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения,  $\delta_{\max}$  в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.4.7 Рассчитать относительную погрешность измерений частоты вращения  $\delta$  по формуле (1), где  $\delta_d$  – относительная погрешность датчика тахометрического МЭД-1 по п.7.4.5.1, %;  $\delta_{\text{ИК}}$  – относительная погрешность измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения, ( $\delta_{\max}$ ) по п. 7.4.4.10, %.

7.4.8 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений частоты вращения находятся в допусках  $\pm 0,5$  %, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.4.9 Выполнить действия по п.п. 7.4.5 – 7.4.8 для второго ИК частоты вращения в диапазоне от 250 до 6100 об/мин.

#### 7.5 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы

Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы проводить поэлементным методом

Для диапазона измерений от 0 до 200 кгс (от 0 до 1962 Н)

7.5.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений датчика силы

7.5.1.1 Провести поверку датчика силы в соответствии с документом «МИ 2272-93 «Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений ГСИ. Датчики силоизмерительные тензорезисторные. Методика поверки».

7.5.2 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерения напряжения постоянного тока, соответствующего значениям силы в диапазоне от 0 до 200 кгс (от 0 до 1962 Н).

7.5.2.1 Собрать функциональную схему для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям силы, согласно рисунку 3 Приложения А.

Отключить датчик силы от усилителя MGCplus.

Калибратор – измеритель стандартных сигналов КИСС-03 (далее – калибратор КИСС-03) кабелем для поверки ИК силы СТ760.00.13.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «11» усилителя MGCplus.

Примечание: Для второго ИК калибратор КИСС-03 кабелем для поверки ИК силы СТ760.00.13.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «12» усилителя MGCplus.

7.5.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.5.2.3 Запустить ПО Гарис.

7.5.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.5.2.5 Установить на выходе калибратора КИСС-03 значение напряжения постоянного тока 0 мВ, что соответствует силе 0 кгс. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение, близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 7 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 7

Напряжение постоянного тока, мВ	0	2,45	4,9	7,35	9,8
Сила, Н	0	491	981	1472	1962
Сила, кгс	0	50	100	150	200
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , кгс					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , кгс					
Приведенная погрешность $\gamma_j$ , %					

7.5.2.6 Установить на выходе калибратора КИСС-03 последовательно значения напряжения постоянного тока 2,45; 4,9; 7,35 и 9,8 мВ, что соответствует значениям силы 50; 100; 150 и 200 кгс. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

7.5.2.7 Записать измеренные значения в таблицу 7 (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.5.2.8 Операции по п.п. 7.5.2.5 – 7.5.2.7 повторить еще 2 раза.

7.5.2.9 Рассчитать значение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям силы,  $\gamma_{\max}$  в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.5.2.10 Рассчитать значение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы  $\gamma$  по формуле:

$$\gamma = \gamma_d + \gamma_{ик}, \quad (2)$$

где  $\gamma_d$  – приведенная погрешность датчика силы по п. 7.5.1.1, %;

$\gamma_{ик}$  – приведенная (к ВП) погрешность измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям силы, ( $\gamma_{\max}$ ) по п. 7.5.2.9.

7.5.2.11 Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы, находятся в допустимых пределах  $\pm 1,0$  %, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.5.3 Выполнить действия по п.п. 7.5.1 – 7.5.2 для второго ИК силы в диапазоне от 0 до 200 кгс.



Для диапазона измерений от 0 до 2000 кгс (от 0 до 19,62 кН)

7.5.4 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений датчика силы

7.5.4.1 Провести поверку датчика силы в соответствии с документом «МИ 2272-93 «Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений ГСИ. Датчики силоизмерительные тензорезисторные. Методика поверки».

7.5.5 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерения напряжения постоянного тока, соответствующего значениям силы в диапазоне от 0 до 2000 кгс (от 0 до 19,62 кН)

7.5.5.1 Собрать функциональную схему для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям силы, согласно рисунку 3 Приложения А.

Отключить датчик силы от усилителя MGCplus.

Калибратор КИСС-03 кабелем для поверки ИК силы СТ760.00.13.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «7» усилителя MGCplus.

Примечание: Для остальных трех ИК калибратор КИСС-03 кабелем для поверки ИК силы СТ760.00.13.000 из состава ЗИП системы подключать поочередно ко входам «8 – 10» усилителя MGCplus.

7.5.5.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.5.5.3 Запустить ПО Гарис.

7.5.5.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.5.5.5 Установить на выходе калибратора КИСС-03 значение напряжения постоянного тока 0 мВ, что соответствует силе 0 кгс. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение, близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 8 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 8

Напряжение постоянного тока, мВ	0	2,45	4,9	7,35	9,8
Сила, кН	0	4,91	9,81	14,72	19,62
Сила, кгс	0	500	1000	1500	2000
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , кгс					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , кгс					
Приведенная погрешность $\gamma_j$ , %					

7.5.5.6 Установить на выходе калибратора КИСС-03 последовательно значения напряжения постоянного тока 2,45; 4,9; 7,35 и 9,8 мВ, что соответствует значениям силы 500; 1000; 1500 и 2000 кгс. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

7.5.5.7 Записать измеренные значения в таблицу 8 (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.5.5.8 Операции по п.п. 7.5.5.5 – 7.5.5.7 повторить еще 2 раза.

7.5.5.9 Рассчитать значение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям силы,  $\gamma_{\max}$  в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.5.5.10 Рассчитать значение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы  $\gamma$  по формуле (2), где  $\gamma_d$  – приведенная погрешность датчика силы по п. 7.5.4.1, %;  $\gamma_{ик}$  – приведенная (к ВП) погрешность измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям силы, ( $\gamma_{\max}$ ) по п. 7.5.5.9.

7.5.5.11 Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы, находятся в допускаемых пределах  $\pm 1,0$  %, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.5.6 Выполнить действия по п.п. 7.5.4 – 7.5.5 для остальных трех ИК силы в диапазоне от 0 до 2000 кгс.

### 7.6 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений избыточного давления рабочей жидкости

Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений избыточного давления рабочей жидкости проводить поэлементным или комплектным методом

Поэлементный метод

Для диапазона измерений от 0 до 0,6 МПа

7.6.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности датчика давления

7.6.1.1 Провести поверку датчика давления в соответствии с документом «Преобразователи давления измерительные DMP, DMD, DS, DMK, XAST, DM, DPS, HMP, HU, LMP, LMK. Методика поверки».

7.6.2 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям избыточного давления рабочей жидкости

7.6.2.1 Собрать функциональную схему для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям избыточного давления рабочей жидкости, согласно рисунку 4 Приложения А.

Отключить датчик давления от шкафа измерительного давления СТ760.70.00.000.

Калибратор КИСС-03 кабелем для поверки IU СТ760.00.12.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «датчик давления 2» шкафа измерительного давления СТ760.70.00.000.

Примечание: Для остальных двух ИК калибратор КИСС-03 кабелем для поверки IU СТ760.00.12.000 из состава ЗИП системы подключать поочередно ко входам «датчик давления 3, 4» шкафа измерительного давления СТ760.70.00.000.

7.6.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.6.2.3 Запустить ПО Гарис.

7.6.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.6.2.5 Установить на выходе калибратора значение силы постоянного тока 4 мА, что соответствует значению избыточного давления рабочей жидкости 0 МПа. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 9 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 9

Сила постоянного тока, мА	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0
Давление, МПа	0	0,15	0,3	0,45	0,6
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , МПа					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , МПа					
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %					

7.6.2.6 Установить на выходе калибратора последовательно значения силы постоянного тока 8; 12; 16 и 20 мА, соответствующие значениям избыточного давления рабочей жидкости 0,15; 0,3; 0,45 и 0,6 МПа. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

7.6.2.7 Записать измеренные значения в таблицу 9 (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.6.2.8 Операции по п.п. 7.6.2.5 – 7.6.2.7 повторить еще 2 раза.

7.6.2.9 Расчет приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям избыточного давления рабочей жидкости,  $\gamma_{\max}$  проводить в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.6.3 Рассчитать значение приведенной погрешности измерений избыточного давления рабочей жидкости  $\gamma$  по формуле (2), где  $\gamma_d$  – приведенная погрешность датчика давления по п. 7.6.1.1;  $\gamma_{ик}$  – приведенная (к ВП) погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям избыточного давления рабочей жидкости, ( $\gamma_{\max}$ ) по п. 7.6.2.9.



7.6.4 Результаты поверки считать положительными, если значение приведенной (к ВП) погрешности измерений избыточного давления рабочей жидкости находится в допусках  $\pm 1,0\%$ , в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.6.5 Выполнить действия по п.п. 7.6.1 – 7.6.4 для остальных 2 ИК избыточного давления рабочей жидкости в диапазоне от 0 до 0,6 МПа.

Для диапазона измерений от 0 до 15 МПа

7.6.6 Определение приведенной (к ВП) погрешности датчика давления

7.6.6.1 Провести поверку датчика давления в соответствии с документом «Преобразователи давления измерительные DMP, DMD, DS, DMK, XAST, DM, DPS, HMP, HU, LMP, LMK. Методика поверки».

7.6.7 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока соответствующей значениям избыточного давления рабочей жидкости

7.6.7.1 Собрать функциональную схему для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока соответствующей значениям избыточного давления рабочей жидкости, согласно рисунку 4 Приложения А.

Отключить датчик давления от шкафа измерительного давления СТ760.70.00.000.

Калибратор КИСС-03 кабелем для поверки IU СТ760.00.12.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «датчик давления 9» шкафа измерительного давления СТ760.70.00.000.

Примечание: Для второго ИК калибратор КИСС-03 кабелем для поверки IU СТ760.00.12.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «датчик давления 10» шкафа измерительного давления СТ760.70.00.000.

7.6.7.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.6.7.3 Запустить ПО Гарис.

7.6.7.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.6.7.5 Установить на выходе калибратора значение силы постоянного тока 4 мА, что соответствует значению избыточного давления рабочей жидкости 0 МПа. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 10 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 10

Сила постоянного тока, мА	4,0	7,75	11,5	15,25	19,0
Давление, МПа	0	3,75	7,5	11,25	15
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , МПа					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , МПа					
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %					

7.6.7.6 Установить на выходе калибратора последовательно значения силы постоянного тока 7,75; 11,5; 15,25 и 19 мА, соответствующие значениям избыточного давления рабочей жидкости 3,75; 7,5; 11,25 и 15 МПа. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

7.6.7.7 Записать измеренные значения в таблицу 10 (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.6.7.8 Операции по п.п. 7.6.7.5 – 7.6.7.7 повторить еще 2 раза.

7.6.7.9 Расчет приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям избыточного давления рабочей жидкости,  $\gamma_{\max}$  проводить в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.6.8 Рассчитать значение приведенной (к ВП) погрешности измерений избыточного давления рабочей жидкости  $\gamma$  по формуле (2), где  $\gamma_d$  – приведенная погрешность датчика давления по п. 7.6.7;  $\gamma_{ик}$  – приведенная (к ВП) погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям избыточного давления рабочей жидкости, ( $\gamma_{\max}$ ) по п. 7.6.7.9.

7.6.9 Результаты поверки считать положительными, если значение приведенной (к ВП) погрешности измерений избыточного давления рабочей жидкости находится в допускаемых пределах  $\pm 1,0\%$ , в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.6.10 Выполнить действия по п.п. 7.6.6 – 7.6.9 для второго ИК избыточного давления рабочей жидкости в диапазоне от 0 до 15 МПа.

Комплектный метод

7.6.11 Собрать функциональную схему поверки ИК избыточного давления рабочей жидкости, согласно рисунку 5 Приложения А.

7.6.12 Подключить датчик давления к калибратору давления DPI 610.

7.6.13 Датчик давления поверяемого ИК штатным кабелем подключить к шкафу измерительному давления СТ760.70.00.000 в соответствии с поверяемым ИК (для диапазона измерений от 0 до 0,6 МПа – входы «датчик давления 2 (3, 4)» шкафа измерительного давления СТ760.70.00.000, для диапазона измерений от 0 до 15 МПа – входы «датчик давления 9, 10» шкафа измерительного давления СТ760.70.00.000.

7.6.14 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.6.15 Запустить ПО Гарис.

7.6.16 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.6.17 Установить на калибраторе давления DPI 610 значение давления 0 МПа.

7.6.18 В окне «По текущим А и В» должно установиться значение давления близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 11 (при поверке ИК избыточного давления рабочей жидкости с диапазоном измерения до 0,6 МПа) или в таблицу 12 (при поверке ИК избыточного давления рабочей жидкости с диапазоном измерения до 15 МПа) (точка  $j = 1$ ).

Таблица 11

Давление, МПа	0	0,15	0,3	0,45	0,6
ИК № 1-е изм.					
ИК № 2-е изм.					
ИК № 3-е изм.					
Среднее значение $A_j$ , МПа					
Абсолютная погрешность, $\Delta A_j$ , МПа					
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %					

Таблица 12

Давление, МПа	0	4	8	12	15
ИК № 1-е изм.					
ИК № 2-е изм.					
ИК № 3-е изм.					
Среднее значение $A_j$ , МПа					
Абсолютная погрешность, $\Delta A_j$ , МПа					
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %					

7.6.19 Установить на калибраторе давления DPI 610 последовательно значения избыточного давления 0,15; 0,3; 0,45 и 0,6 МПа или 4; 8; 12 и 15 МПа, в соответствии с диапазоном измерений поверяемого ИК.

7.6.20 Записать измеренные значения в таблицу 11 или 12, в соответствии с поверяемым ИК (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.6.21 Повторить действия по п.п. 7.6.17 – 7.6.20 еще 2 раза.

7.6.22 Рассчитать максимальное значение приведенной (к ВП) погрешности измерений избыточного давления рабочей жидкости,  $\gamma_{\max}$  в соответствии с разделом 8 настоящей МП.



7.6.23 Результаты поверки считать положительными, если значение приведенной (к ВП) погрешности измерений избыточного давления рабочей жидкости находится в пределах  $\pm 1,0\%$ , в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.6.24 Выполнить действия по п.п. 7.6.11 – 7.6.23 для остальных ИК избыточного давления рабочей жидкости.

### 7.7 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы переменного тока

Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы переменного тока проводить поэлементным методом

#### 7.7.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности датчика тока

7.7.1.1 Провести поверку датчика тока в соответствии с документом 2813000 МП «Преобразователи тока измерительные MACXMCR-SL, MCR-S, MCR-SL, MCR-SLP, преобразователь напряжения переменного тока измерительный MCR-VAC-UI-0-DC, преобразователь напряжения постоянного тока измерительный MCR-VDC-UI-B-DC. Методика поверки».

7.7.2 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям силы переменного тока

7.7.2.1 Собрать функциональную схему для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям силы переменного тока, согласно рисунку 6 Приложения А.

Отключить сигнальный провод (красный) от датчика тока «1» в шкафу измерительном генератора переменного тока СТ760.90.00.000. Контакт «+» калибратора КИСС-03 подключить к сигнальному проводу датчика тока, контакт «-» калибратора КИСС-03 подключить к клемме «земля» шкафа измерительного генератора переменного тока СТ760.90.00.000.

Примечание: Для остальных пяти ИК отключать сигнальный провод от датчиков тока «2 – 6». Подключение контактов калибратора КИСС-03 аналогичное.

7.7.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.7.2.3 Запустить ПО Гарис.

7.7.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.7.2.5 Установить на выходе калибратора значение силы постоянного тока 4 мА, что соответствует значению силы переменного тока 0 А. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 13 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 13

Сила постоянного тока, мА	4,00	7,20	10,40	13,60	16,00
Сила переменного тока, А	0	40	80	120	150
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , А					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , А					
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %					

7.7.2.6 Установить на выходе калибратора последовательно значения силы постоянного тока 7,20; 10,40; 13,60 и 16,00 мА, соответствующие значениям силы переменного тока 40, 80, 120 и 150 А. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

7.7.2.7 Записать измеренные значения в таблицу 13 (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.7.2.8 Операции по п.п. 7.7.2.5 – 7.7.2.7 повторить еще 2 раза.

7.7.2.9 Расчет приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям силы переменного тока,  $\gamma_{\max}$  проводить в соответствии с разделом 8 настоящей МП



7.7.3 Рассчитать значение приведенной погрешности измерений силы переменного тока  $\gamma$  по формуле (2), где  $\gamma_d$  – приведенная погрешность датчика тока по п. 7.7.1.1;  $\gamma_{ик}$  – приведенная (к ВП) погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям силы переменного тока, ( $\gamma_{max}$ ) по п. 7.7.2.9.

7.7.4 Результаты поверки считать положительными, если значение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы переменного тока находится в допусковых пределах  $\pm 2,5\%$ , в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.7.5 Выполнить действия по п.п. 7.7.1 – 7.7.4 для остальных 5 ИК силы переменного тока.

#### 7.8 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения переменного тока

Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения переменного тока проводить поэлементным методом

7.8.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности датчика напряжения

7.8.1.1 Провести поверку датчика напряжения в соответствии с документом 2813000 МП «Преобразователи тока измерительные MACXMCR-SL, MCR-S, MCR-SL, MCR-SLP, преобразователь напряжения переменного тока измерительный MCR-VAC-UI-0-DC, преобразователь напряжения постоянного тока измерительный MCR-VDC-UI-B-DC. Методика поверки».

7.8.2 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям напряжения переменного тока

7.8.2.1 Собрать функциональную схему для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям напряжения переменного тока, согласно рисунку 7 Приложения А.

Отключить сигнальный провод (оранжевый) от датчика напряжения «7» в шкафу измерительном генератора переменного тока СТ760.90.00.000. Контакт «+» калибратора КИСС-03 подключить к сигнальному проводу датчика напряжения, контакт «-» калибратора КИСС-03 подключить к клемме «земля» шкафа измерительного генератора переменного тока СТ760.90.00.000.

Примечание: Для остальных пяти ИК отключать сигнальный провод от датчиков напряжения «8 – 12». Подключение контактов калибратора КИСС-03 аналогичное.

7.8.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.8.2.3 Запустить ПО Гарис.

7.8.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.8.2.5 Установить на выходе калибратора значение силы постоянного тока 4 мА, что соответствует значению напряжения переменного тока 0 В. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 14 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 14

Сила постоянного тока, мА	4,00	8,00	12,00	16,00	20,00
Напряжение переменного тока, В	0	62,5	125	187,5	250
ИК № <u>   </u> 1-е изм.					
ИК № <u>   </u> 2-е изм.					
ИК № <u>   </u> 3-е изм.					
Среднее значение $A_j$ , В					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , В					
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %					

7.8.2.6 Установить на выходе калибратора последовательно значения силы постоянного тока 8,00; 12,00; 16,00 и 20,00 мА, соответствующие значениям напряжения переменного тока 62,5, 125, 187,5 и 250 В. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

7.8.2.7 Записать измеренные значения в таблицу 14 (точки  $j = 2 - 5$ ).



7.8.2.8 Операции по п.п. 7.8.2.5 – 7.8.2.7 повторить еще 2 раза.

7.8.2.9 Расчет приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям напряжения переменного тока,  $\gamma_{\max}$  проводить в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.8.3 Рассчитать значение приведенной погрешности измерений напряжения переменного тока  $\gamma$  по формуле (2), где  $\gamma_d$  – приведенная погрешность датчика напряжения по п. 7.8.1.1;  $\gamma_{ик}$  – приведенная (к ВП) погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям напряжения переменного тока, ( $\gamma_{\max}$ ) по п. 7.8.2.9.

7.8.4 Результаты поверки считать положительными, если значение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения переменного тока находится в допускаемых пределах  $\pm 2,5 \%$ , в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.8.5 Выполнить действия по п.п. 7.8.1 – 7.8.4 для остальных 5 ИК напряжения переменного тока.

### 7.9 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока

Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока проводить поэлементным методом

7.9.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности датчика постоянного тока

7.9.1.1 Провести поверку датчика тока в соответствии с документом 2813000 МП «Преобразователи тока измерительные MACXMCR-SL, MCR-S, MCR-SL, MCR-SLP, преобразователь напряжения переменного тока измерительный MCR-VAC-UI-0-DC, преобразователь напряжения постоянного тока измерительный MCR-VDC-UI-B-DC. Методика поверки».

7.9.2 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока (мА), соответствующей значениям силы постоянного тока (А).

7.9.2.1 Собрать функциональную схему для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока (мА), соответствующей значениям силы постоянного тока (А), согласно рисунку 8 Приложения А.

Отключить сигнальный провод (оранжевый) от датчика тока «1» в шкафу измерительном генератора постоянного тока СТ760.91.00.000. Контакт «+» калибратора КИСС-03 подключить к сигнальному проводу датчика тока, контакт «-» калибратора КИСС-03 подключить к клемме «земля» шкафа измерительного генератора постоянного тока СТ760.91.00.000.

Примечание: Для остальных трех ИК отключать сигнальный провод от датчиков тока «2 – 4». Подключение контактов калибратора КИСС-03 аналогичное.

7.9.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.9.2.3 Запустить ПО Гарис.

7.9.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.9.2.5 Установить на выходе калибратора значение силы постоянного тока 4 мА, что соответствует значению силы постоянного тока 0 А. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 15 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 15

Сила постоянного тока, мА	4	7,69	11,38	15,08	18,77
Сила постоянного тока, А	0	7.5	15	22.5	30
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , А					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , А					
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %					

7.9.2.6 Установить на выходе калибратора последовательно значения силы постоянного тока 7,69; 11,38; 15,08 и 18,77 мА, соответствующие значениям силы постоянного тока 7,5; 15; 22,5 и 30 А. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

7.9.2.7 Записать измеренные значения в таблицу 15 (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.9.2.8 Операции по п.п. 7.9.2.5 – 7.9.2.7 повторить еще 2 раза.

7.9.2.9 Расчет приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям силы постоянного тока,  $\gamma_{\max}$  проводить в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.9.3 Рассчитать значение приведенной погрешности измерений силы постоянного тока  $\gamma$  по формуле (2), где  $\gamma_d$  – приведенная погрешность датчика тока по п. 7.9.1.1;  $\gamma_{ик}$  – приведенная (к ВП) погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям силы постоянного тока, ( $\gamma_{\max}$ ) по п. 7.9.2.9.

7.9.4 Результаты поверки считать положительными, если значение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока находится в допусковых пределах  $\pm 2,5 \%$ , в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.9.5 Выполнить действия по п.п. 7.9.1 – 7.9.4 для остальных 3 ИК силы постоянного тока.

#### *7.10 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока*

Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока проводить поэлементным методом

7.10.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности датчика напряжения

7.10.1.1 Провести поверку датчика напряжения в соответствии с документом 2813000 МП «Преобразователи переменного тока измерительные MACXMCR-SL, MCR-S, MCR-SL, MCR-SLP, преобразователь напряжения переменного тока измерительный MCR-VAC-UI-0-DC, преобразователь напряжения постоянного тока измерительный MCR-VDC-UI-B-DC. Методика поверки».

7.10.2 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям напряжения постоянного тока

7.10.2.1 Собрать функциональную схему для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям напряжения постоянного тока, согласно рисунку 9 Приложения А.

Отключить сигнальный провод (белый) от датчика напряжения «5» в шкафу измерительном генератора постоянного тока СТ760.91.00.000. Контакт «+» калибратора КИСС-03 подключить к сигнальному проводу датчика напряжения, контакт «-» калибратора КИСС-03 подключить к клемме «земля» шкафа измерительного генератора постоянного тока СТ760.91.00.000.

Примечание: Для остальных трех ИК отключать сигнальный провод от датчиков напряжения «6 – 8». Подключение контактов калибратора КИСС-03 аналогичное.

7.10.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.10.2.3 Запустить ПО Гарис.

7.10.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.10.2.5 Установить на выходе калибратора значение силы постоянного тока 0 мА, что соответствует значению напряжения постоянного тока 0 В. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 16 (точка  $j = 1$ ).



Таблица 16

Сила постоянного тока, мА	0	3,7	7,41	11,11	16,67
Напряжение постоянного тока, В	0	10	20	30	45
ИК № 1-е изм.					
ИК № 2-е изм.					
ИК № 3-е изм.					
Среднее значение $A_j$ , В					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , В					
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %					

7.10.2.6 Установить на выходе калибратора последовательно значения силы постоянного тока 3,7; 7,41; 11,11 и 16,67 мА, соответствующие значениям напряжения постоянного тока 10, 20, 30 и 45 В. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

7.10.2.7 Записать измеренные значения в таблицу 16 (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.10.2.8 Операции по п.п. 7.10.2.5 – 7.10.2.7 повторить еще 2 раза.

7.10.2.9 Расчет приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям напряжения постоянного тока,  $\gamma_{\max}$  проводить в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.10.3 Рассчитать значение приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока  $\gamma$  по формуле (2), где  $\gamma_d$  – приведенная погрешность датчика напряжения по п. 7.10.1.1;  $\gamma_{ик}$  – приведенная (к ВП) погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям напряжения постоянного тока, ( $\gamma_{\max}$ ) по п. 7.10.2.9.

7.10.4 Результаты поверки считать положительными, если значение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока находится в допустимых пределах  $\pm 2,5$  %, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.10.5 Выполнить действия по п.п. 7.10.1 – 7.10.4 для остальных 3 ИК напряжения постоянного тока.

### 7.11 Определение относительной погрешности измерений виброускорения

Определение относительной погрешности измерений виброускорения проводить поэлементным или комплектным методом

Поэлементный метод

7.11.1 Определение относительной погрешности вибропреобразователя АР2037-100

7.11.1.1 Провести поверку вибропреобразователя в соответствии с документом МИ 1873 "Виброметры с пьезоэлектрическими и индукционными преобразователями. Методика поверки".

7.11.2 Определение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, соответствующего значениям виброускорения

7.11.2.1 Собрать функциональную схему для определения относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, соответствующего значениям виброускорения, согласно рисунку 10 Приложения А.

Отключить вибропреобразователь от усилителя MGCplus.

Используя кабель для поверки ДВ СТ720.00.16.000, подключить генератор ГСС-05 ко входу генератора тест-сигнала СТ720.00.20.000 из состава ЗИП системы, выход генератора тест-сигнала соединить вторым кабелем для поверки ДВ СТ720.00.16.000 со входом «13.1» усилителя MGCplus. Генератор тест-сигнала СТ720.00.20.000 с помощью кабеля питания СТ720.00.21.000 подключить к клеммам «+V», «-V» источника питания на задней стенке стойки управления.

Примечание: Для второго ИК выход генератора тест-сигнала СТ720.00.20.000 соединить кабелем для поверки ДВ СТ720.00.16.000 со входом «13.2» усилителя MGCplus. Подключение генератора тест-сигнала СТ720.00.20.000 к источнику питания и генератору ГСС-05 аналогичное.

7.11.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.11.2.3 Запустить ПО Гарис.

7.11.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.11.2.5 Установить на выходе генератора ГСС-05 (параметры воспроизводимого сигнала: частота переменного тока 100 Гц) значение выходного напряжения 0,2 В, что соответствует значению виброускорения 1 g. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 1. Записать измеренное значение в таблицу 17 (точка  $j = 1$ ).

Примечание – под значением выходного напряжения генератора понимается размах напряжения выходного сигнала.

7.11.2.6 Установить на выходе генератора ГСС-05 последовательно значения напряжения переменного тока 1,0; 2,0; 3,0 и 4,0 В, соответствующие значениям виброускорения 5, 10, 15 и 20 g. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

7.11.2.7 Записать измеренные значения в таблицу 17 (точки  $j = 2 - 5$ ).

Таблица 17

Напряжение переменного тока, В	0,2	1,0	2,0	3,0	4,0
Виброускорение, м/с <sup>2</sup>	9,8	49	98	147	196
Виброускорение, g	1	5	10	15	20
ИК № 1-е изм. (a <sub>1</sub> )					
ИК № 2-е изм. (a <sub>2</sub> )					
ИК № 3-е изм. (a <sub>3</sub> )					
Среднее значение A <sub>j</sub> , g					
Абсолютная погрешность ΔA <sub>j</sub> , g					
Относительная погрешность δ <sub>j</sub> , %					

7.11.2.8 Операции по п.п. 7.11.2.5 – 7.11.2.7 повторить еще 2 раза.

7.11.2.9 Расчет относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, соответствующей значениям виброускорения, δ<sub>max</sub> проводить в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.11.3 Рассчитать значение относительной погрешности измерений виброускорения γ по формуле (1), где δ<sub>д</sub> – относительная погрешность вибропреобразователя AP2037-100 по п. 7.11.1.1; δ<sub>ик</sub> – относительная погрешность измерений напряжения переменного тока, соответствующей значениям виброускорения, (γ<sub>max</sub>) по п. 7.11.2.9.

7.11.4 Результаты поверки считать положительными, если значение относительной погрешности измерений виброускорения находится в допусках ± 16 %, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.11.5 Выполнить действия по п.п. 7.11.1 – 7.11.4 для второго ИК виброускорения.

Комплектный метод

7.11.6 Собрать функциональную схему поверки ИК виброускорения, согласно рисунку 11 Приложения А.

Вибропреобразователь установить на виброустановку калибровочную портативную 9100D (далее – виброустановка 9100D). Вибропреобразователь штатным кабелем подключить ко входу «13.1» усилителя MGCplus.

Примечание: Для второго ИК второй вибропреобразователь установить на виброустановку 9100D и штатным кабелем подключить вибропреобразователь ко входу «13.2» усилителя MGCplus.

7.11.7 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.11.8 Запустить ПО Гарис.

7.11.9 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.11.10 Установить на виброустановке 9100D значение виброускорения 1 g (на опорной частоте 100 Гц).

7.11.11 В окне «По текущим А и В» должно установиться значение давления близкое к 1. Записать измеренное значение в таблицу 18 (точка  $j = 1$ ).



Таблица 18

Виброускорение, $m/s^2$	9,8	49	98	147	196
Виброускорение, g	1	5	10	15	20
ИК № 1-е изм.					
ИК № 2-е изм.					
ИК № 3-е изм.					
Среднее значение $A_j$ , МПа					
Абсолютная погрешность, $\Delta A_j$ , МПа					
Относительная погрешность $\delta_j$ , %					

7.11.12 Установить на виброустановке 9100D последовательно значения виброускорения 5; 10; 15 и 20 г.

7.11.13 Записать измеренные значения в таблицу 18 (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.11.14 Повторить действия по п.п. 7.11.10 – 7.11.13 еще 2 раза.

7.11.15 Рассчитать максимальное значение относительной погрешности измерений виброускорения,  $\gamma_{\max}$  в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.11.16 Результаты поверки считать положительными, если значение относительной погрешности измерений виброускорения находится в допускаемых пределах  $\pm 16,0\%$ , в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.11.17 Выполнить действия по п.п. 7.11.6 – 7.11.16 для второго ИК виброускорения.

#### 7.12 *Определение относительной погрешности измерений расхода рабочей жидкости*

Определение относительной погрешности измерений расхода рабочей жидкости проводить поэлементным методом.

7.12.1 Определение относительной погрешности преобразователя расхода турбинного

7.12.1.1 Провести поверку преобразователя расхода турбинного в соответствии с документом ЛГФИ.407221.004 МИ «Методы и средства поверки преобразователей».

7.12.2 Определение относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям расхода рабочей жидкости

7.12.2.1 Собрать функциональную схему для определения относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям расхода рабочей жидкости, согласно рисунку 12 Приложения А.

Отключить преобразователь расхода турбинный от шкафа измерительного датчиков 4...20 СТ760.80.00.000.

Генератор ГСС-05 подключить с помощью кабеля для поверки ИК расхода СТ760.00.11.000 из состава ЗИП системы ко входу «датчик расхода 1» шкафа измерительного датчиков 4...20 СТ760.80.00.000.

Примечание: Для второго ИК генератор ГСС-05 подключить с помощью кабеля для поверки ИК расхода СТ760.00.11.000 ко входу «датчик расхода 2» шкафа измерительного датчиков 4...20 СТ760.80.00.000.

7.12.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.12.2.3 Запустить ПО Гарис.

7.12.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.12.2.5 Установить на выходе генератора ГСС-05 (параметры воспроизводимого сигнала: размах напряжения 250 мВ) значение частоты переменного тока 100 Гц, что соответствует значению расхода рабочей жидкости 3 л/мин. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 3. Записать измеренное значение в таблицу 19 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 19

Частота переменного тока, Гц	100	200	300	400	500
Расход рабочей жидкости, л/мин	3	6	9	12	15
ИК № 1-е изм. (а <sub>1</sub> )					
ИК № 2-е изм. (а <sub>2</sub> )					
ИК № 3-е изм. (а <sub>3</sub> )					
Среднее значение A <sub>j</sub> , л/мин					
Абсолютная погрешность ΔA <sub>j</sub> , л/мин					
Относительная погрешность δ <sub>j</sub> , %					

7.12.2.6 Установить на выходе генератора ГСС-05 последовательно значения частоты переменного тока 200; 300; 400 и 500 Гц, соответствующие значениям расхода рабочей жидкости 6, 9, 12 и 15 л/мин. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

7.12.2.7 Записать измеренные значения в таблицу 19 (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.12.2.8 Операции по п.п. 7.12.2.5 – 7.12.2.7 повторить еще 2 раза.

7.12.2.9 Расчет относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям расхода рабочей жидкости,  $\delta_{\max}$  проводить в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.12.3 Рассчитать значение относительной погрешности измерений расхода рабочей жидкости  $\delta$  по формуле (1), где  $\delta_d$  – относительная погрешность преобразователя расхода турбинного по п. 7.12.1.1;  $\delta_{ик}$  – относительная погрешность измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям расхода рабочей жидкости, ( $\delta_{\max}$ ) по п. 7.12.2.9.

7.12.4 Результаты поверки считать положительными, если значение относительной погрешности измерений расхода рабочей жидкости находится в допустимых пределах  $\pm 3,0\%$ , в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.12.5 Выполнить действия по п.п. 7.12.1 – 7.12.4 для второго ИК расхода рабочей жидкости.

### 7.13 Определение абсолютной погрешности измерений температуры рабочей жидкости и корпуса изделия

Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводить поэлементным методом.

Для ИК температуры рабочей жидкости

7.13.1 Определение абсолютной погрешности термометров сопротивления ДТС064 и ДТС204

7.13.1.1 Провести поверку термометров сопротивления в соответствии с ГОСТ Р 8.624-2006 «ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки».

7.13.2 Определение абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления соответствующего значениям температуры

7.13.2.1 Собрать функциональную схему для определения абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянного тока, соответствующего значениям температуры, согласно рисунку 13 Приложения А.

Отключить термометр сопротивления от шкафа измерительного температуры СТ760.60.00.000.

Подключить магазин сопротивлений Р4831 с помощью кабеля для поверки ИК температуры СТ720.81.00.000 ко входу «1» шкафа измерительного температуры СТ760.60.00.000.

Примечание: Для остальных двух ИК магазин сопротивлений Р4831 с помощью кабеля для поверки ИК температуры СТ720.81.00.000 подключать поочередно ко входам «2, 3» шкафа измерительного температуры СТ760.60.00.000.

7.13.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.13.2.3 Запустить ПО Гарис.



7.13.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.13.2.5 Установить на магазине сопротивлений Р4831 сопротивление 50 Ом, что для термометра сопротивлений типа 50М ( $\alpha=0,00428$ ) соответствует 0 °С (в соответствии с ГОСТ 6651-2009).

7.13.2.6 В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 20 (точка  $j = 1$ ).

7.13.2.7 Установить на магазине сопротивлений Р4831 последовательно значения электрического сопротивления 56,42; 62,84; 69,26 и 75,68 Ом, соответствующие значениям температуры 30, 60, 90 и 120 °С. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

Таблица 20

Магазин сопротивлений Р4831, Ом	50	56,42	62,84	69,26	75,68
Температура, °С	0	30	60	90	120
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , °С					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , °С					

7.13.2.8 Записать измеренные значения температуры в таблицу 22 (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.13.2.9 Операции по п.п. 7.13.2.5 – 7.13.2.8 повторить еще 2 раза.

7.13.2.10 Рассчитать максимальное значение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям температуры,  $\Delta_{ик}$  в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.13.3 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений температуры  $\Delta$  по формуле:

$$\Delta = \Delta_d + \Delta_{ик}, \quad (3)$$

где  $\Delta_d$  – абсолютная погрешность термометра сопротивления по п. 7.13.1.1, °С;

$\Delta_{ик}$  – абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям температуры, (максимальное значение) по п. 7.13.2.10, °С.

7.13.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений температуры рабочей жидкости находятся в допусках  $\pm 2,0$ °С, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.13.5 Выполнить действия по п.п. 7.13.1 – 7.13.4 для остальных 2 ИК температуры рабочей жидкости.

Для ИК температуры корпуса изделия

7.13.6 Определение абсолютной погрешности термометров сопротивления ТС742С

7.13.6.1 Провести поверку термометров сопротивления ТС742С в соответствии с ГОСТ Р 8.624-2006 «ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки».

7.13.7 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры

7.13.7.1 Собрать функциональную схему для определения абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянного тока, соответствующего значениям температуры, согласно рисунку 13 Приложения А.

Отключить термометр сопротивления от шкафа измерительного температуры СТ760.60.00.000.

Подключить магазин сопротивлений Р4831 с помощью кабеля для поверки ИК температуры СТ720.81.00.000 ко входу «20» шкафа измерительного температуры СТ760.60.00.000.

Примечание: Для остальных трёх ИК магазин сопротивлений Р4831 с помощью кабеля для поверки ИК температуры СТ720.81.00.000 подключать поочередно ко входам «21 – 23» шкафа измерительного температуры СТ760.60.00.000.

7.13.7.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.13.7.3 Запустить ПО Гарис.

7.13.7.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.13.7.5 Установить на магазине сопротивлений Р4831 сопротивление 100 Ом, что для термометра сопротивлений типа Pt100 ( $\alpha=0,00385$ ) соответствует 0 °С (в соответствии с ГОСТ 6651-2009).

7.13.7.6 В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 21 (точка  $j = 1$ ).

Таблица 21

Магазин сопротивлений Р4831, Ом	100	111,67	123,24	134,71	146,07
Температура, °С	0	30	60	90	120
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , °С					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , °С					

7.13.7.7 Установить на магазине сопротивлений Р4831 последовательно значения электрического сопротивления 111,67; 123,24; 134,71 и 146,07 Ом, соответствующие значениям температуры 30, 60, 90 и 120 °С. Контролировать установившиеся значения в окне «По текущим А и В».

7.13.7.8 Записать измеренные значения температуры в таблицу 21 (точки  $j = 2 - 5$ ).

7.13.7.9 Операции по п.п.7.13.7.5 – 7.13.7.8 повторить еще 2 раза.

7.13.7.10 Рассчитать максимальное значение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям температуры,  $\Delta_{ик}$  в соответствии с разделом 8 настоящей МП.

7.13.8 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений температуры  $\Delta$  по формуле (3), где  $\Delta_d$  – абсолютная погрешность термометра сопротивления по п. 7.13.6.1, °С;  $\Delta_{ик}$  – абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям температуры (максимальное значение) по п. 7.13.7.10, °С.

7.13.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений температуры корпуса изделия находятся в допустимых пределах  $\pm 10,0$  °С, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

7.13.10 Выполнить действия по п.п. 7.13.6 – 7.13.9 для остальных 3 ИК температуры корпуса изделия.

#### 7.14 Проверка контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора ПО)

На ПЭВМ системы запустить файл Garis.exe и открыть окно ? «О программе» (меню Справка → О программе Гарис). Идентификационные наименования отображаются в верхней части окна «О программе».

Метрологически значимая часть ПО системы представляет собой:

- исполняемый файл Garis.exe – Гарис (Гибкий Адаптивный Регулятор для Испытательных Систем): многоканальные статические и динамические испытания;
- модуль GarisGrad.dll – фильтрация, градуировочные расчеты;
- модуль GarisAspf.dll – вычисление амплитуды, статики, фазы, частоты и других интегральных параметров сигнала;



- модуль GarisInterpreter.dll – интерпретатор формул для вычисляемых каналов;
- драйверы платы L780 фирмы L-Card – файлы ldevpci.sys, ldevs.sys;
- драйвер подключения устройств фирмы НВМ к ЭВМ - USBНВМ.sys;
- библиотеки подключения устройств фирмы НВМ к ЭВМ - intfac32.dll, interlnk.dll,

Paro32.dll.

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО сверить с указанными в разделе 17 формуляра.

Для вычисления цифрового идентификатора (хеш-суммы) файла метрологически значимого программного компонента использовать данные ПО Гарис, который сам вычисляет хеш-суммы.

## 8 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

### 8.1 Расчет характеристик погрешности

Среднее арифметическое значение измеряемой величины в  $j$ -той точке поверки определить по формуле:

$$A_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (4)$$

где  $n$  – количество измерений в  $j$ -той точке поверки;

$m$  – количество точек поверки;

$a_i$  – индицируемые системой значения физической величины в  $j$ -ой точке поверки.

Значение абсолютной погрешности измерений в  $j$ -той точке определить по формуле:

$$\Delta A_j = A_j - A_{\text{э}}, \quad (5)$$

где  $A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицами 3, 4 для п. 7.3;

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицами 5, 6 для п. 7.4;

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицами 7, 8 для п. 7.5;

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицами 9, 10 для п. 7.6 (при поверке поэлементным методом);

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицей 13 для п. 7.7;

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицей 14 для п. 7.8;

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицей 15 для п. 7.9;

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицей 16 для п. 7.10;

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицей 17 для п. 7.11 (при поверке поэлементным методом);

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицей 19 для п. 7.12;

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицами 20, 21 для п. 7.13;

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины, установленное рабочим эталоном (при поверке комплектным методом) для п.п. 7.6, 7.11.

### 8.2 Расчет значения приведенной погрешности

Значения приведенной погрешности измерений физической величины для каждой точки поверки определить по формуле:

$$\gamma_j = \frac{|\Delta A_j|}{P_j} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где  $P_j$  – значение верхнего предела измерений.

8.2.1 За значение приведенной погрешности измерений физической величины  $\gamma_{\max}$  принимать наибольшее из полученных в процессе измерений значение погрешности.

### 8.3 Расчет значения относительной погрешности

Значения относительной погрешности измерений физической величины для каждой точки проверки определить по формуле:

$$\delta_j = \frac{|\Delta A_j|}{A_j} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где  $A_j$  – измеренное значение.

8.3.1 За значение относительной погрешности измерений физической величины  $\delta_{\max}$  принимать наибольшее из полученных в процессе измерений значение погрешности.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки (Приложение Б).

9.2 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке.

9.2.1 В свидетельство о поверке сделать запись следующего содержания:

«Настоящее свидетельство действительно только при наличии действующих свидетельств о поверке датчиков крутящего момента Т10F – 3 шт., входящих в состав ИК крутящего момента силы; датчиков тахометрических МЭД-1 – 3 шт., входящих в состав ИК частоты вращения; датчиков силы U2B – 6 шт., входящих в состав ИК силы; датчиков давления DMP – 7 шт., входящих в состав ИК избыточного давления рабочей жидкости\*; преобразователей расхода турбинных ТПР – 2 шт., входящих в состав ИК расхода рабочей жидкости; датчиков напряжения MCR-VAC – 6 шт., входящих в состав ИК напряжения переменного тока; датчиков тока MCR-SL – 6 шт., входящих в состав ИК силы переменного тока; датчиков напряжения MCR-VDC – 4 шт., входящих в состав ИК напряжения постоянного тока; датчиков тока MCR-S – 4 шт., входящих в состав ИК силы постоянного тока; вибропреобразователей AP2037-100 – 2 шт., входящих в состав ИК виброускорения\*; термометров сопротивления ДТС – 3 шт., входящих в состав ИК температуры рабочей жидкости; термометров сопротивления ТС – 4 шт., входящих в состав ИК температуры корпуса изделия».

\* – запись вносится при поверке поэлементным методом.

9.3 При отрицательных результатах поверки применение системы запрещается, оформляется извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

Ведущий инженер  
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

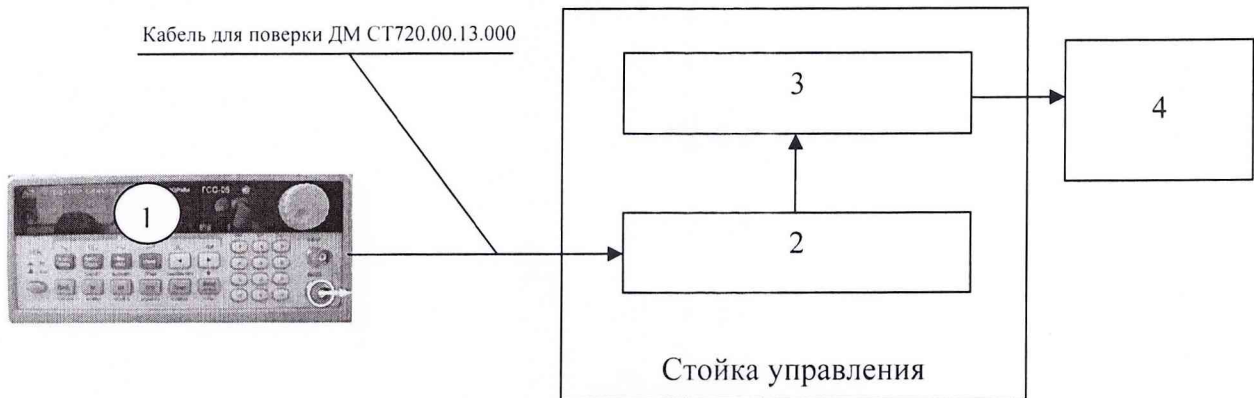


В.А. Кулак

С.Н. Чурилов

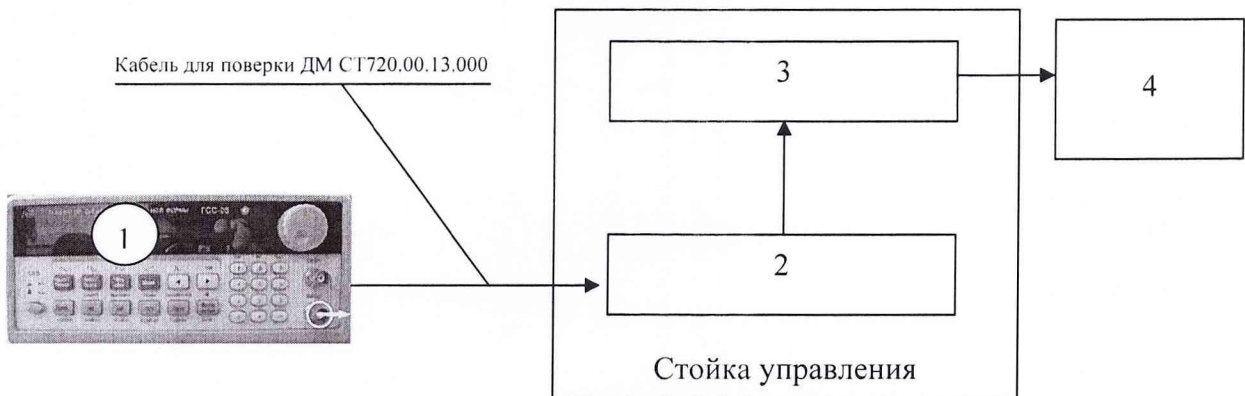


Приложение А  
Функциональные схемы поверки ИК



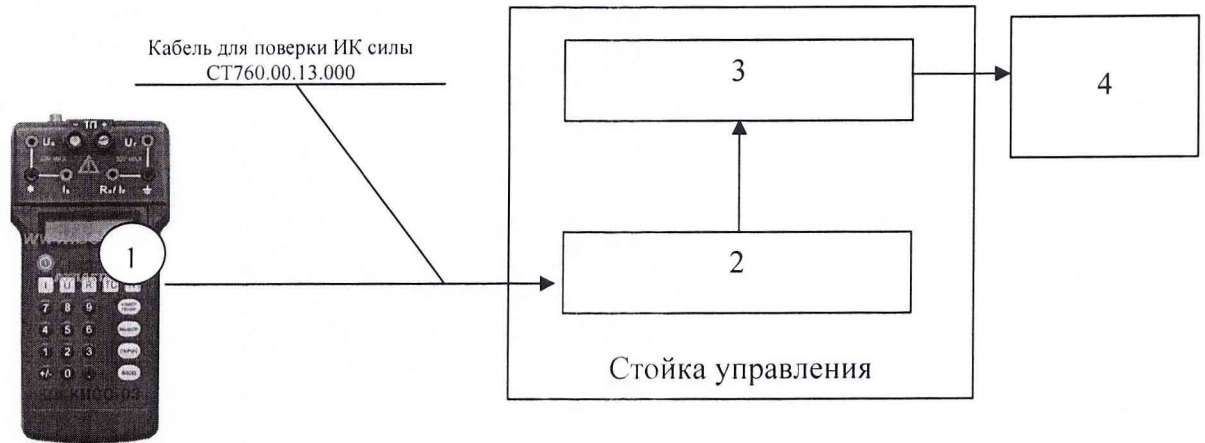
- 1 – генератор ГСС-05;
- 2 – многоканальный измерительный усилитель MGCplus;
- 3 – ПЭВМ;
- 4 – рабочее место оператора

Рисунок 1 - Функциональная схема для определения относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы



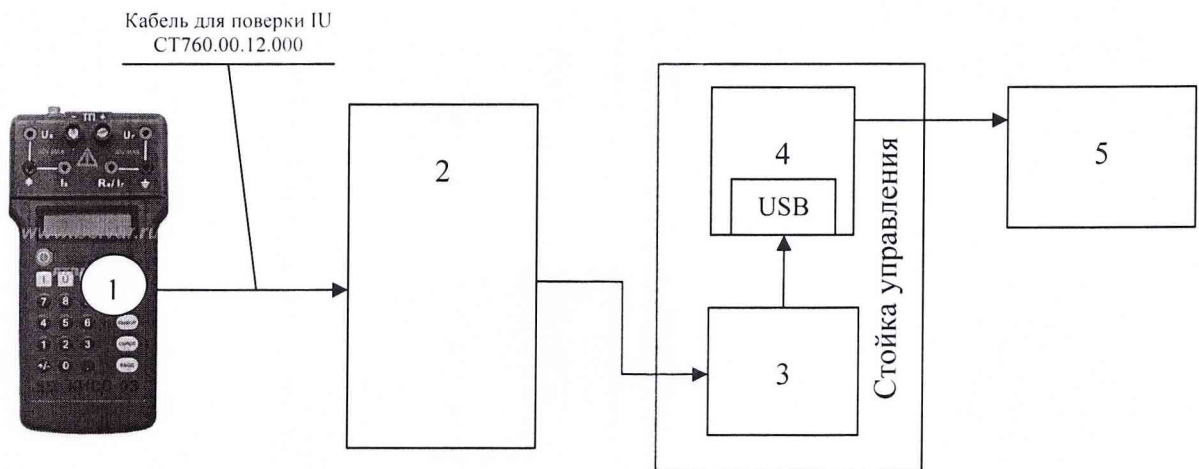
- 1 – генератор ГСС-05;
- 2 – многоканальный измерительный усилитель MGCplus;
- 3 – ПЭВМ;
- 4 – рабочее место оператора

Рисунок 2 - Функциональная схема для определения относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения



- 1 – калибратор КИСС-03;
- 2 – многоканальный измерительный усилитель MGCplus;
- 3 – ПЭВМ;
- 4 – рабочее место оператора

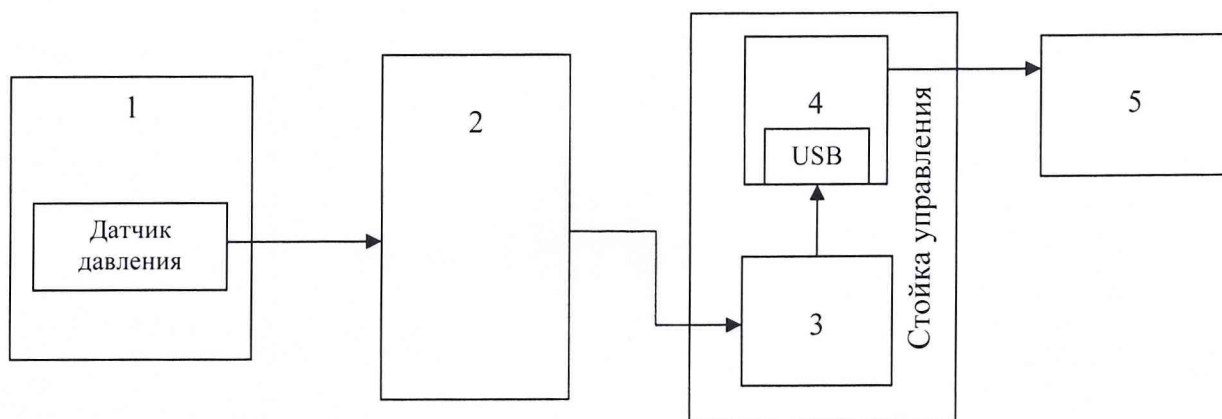
Рисунок 3 - Функциональная схема для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям силы



- 1 – калибратор КИСС-03;
- 2 – шкаф измерительный давления СТ760.70.00.000;
- 3 – адаптер сети АС4;
- 4 – ПЭВМ;
- 5 – рабочее место оператора

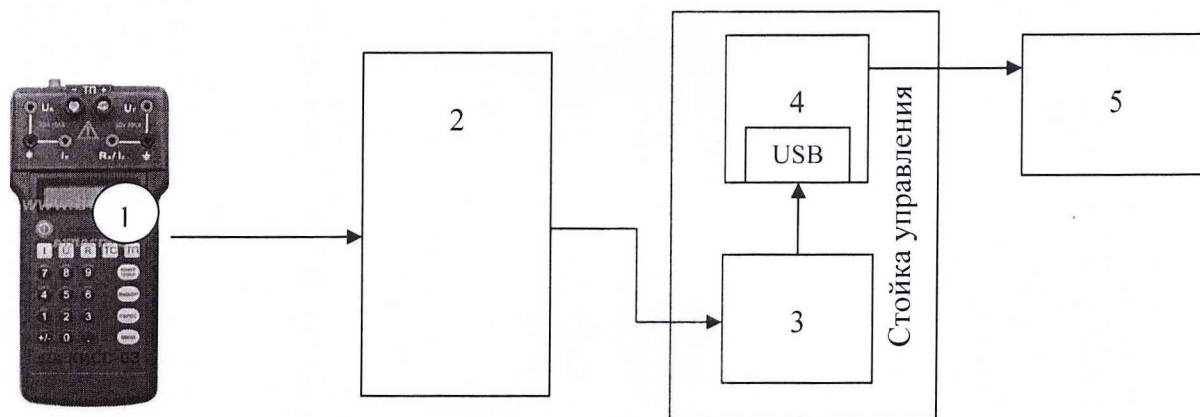
Рисунок 4 - Функциональная схема для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям избыточного давления рабочей жидкости





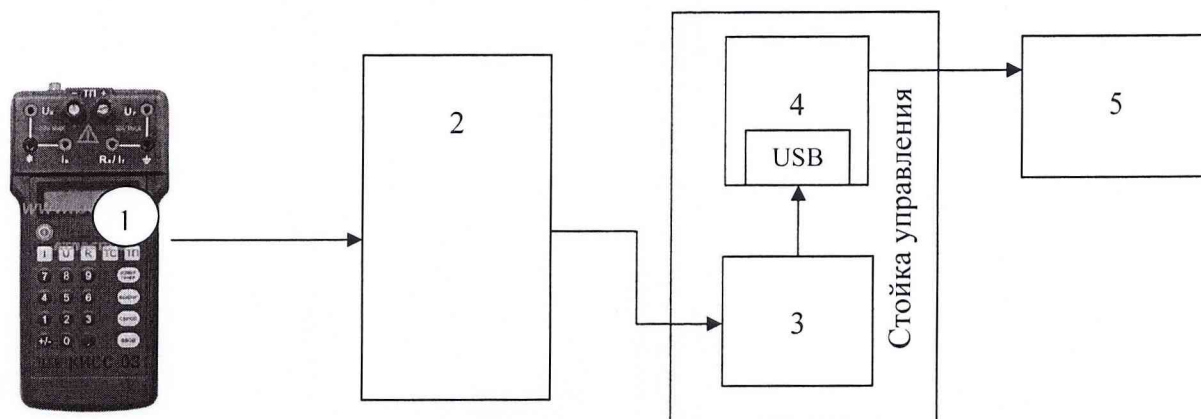
- 1 – Калибратор давления DPI 610;
- 2 – шкаф измерительный давления СТ760.70.00.000;
- 3 – адаптер сети АС4;
- 4 – ПЭВМ;
- 5 – рабочее место оператора

Рисунок 5 - Функциональная схема поверки ИК избыточного давления рабочей жидкости



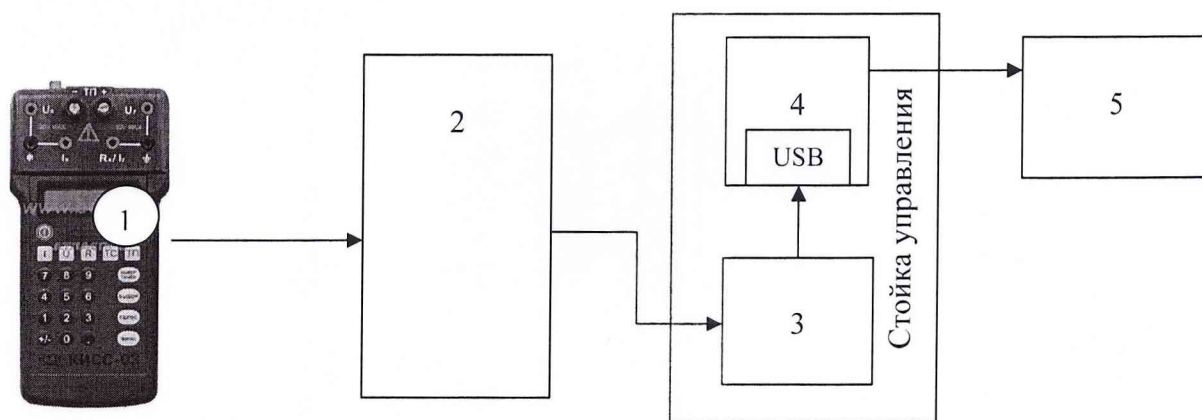
- 1 – калибратор КИСС-03;
- 2 – шкаф измерительный генератора переменного тока СТ760.90.00.000;
- 3 – адаптер сети АС4;
- 4 – ПЭВМ;
- 5 – рабочее место оператора

Рисунок 6 - Функциональная схема для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям силы переменного тока



- 1 – калибратор КИСС-03;  
 2 – шкаф измерительный генератора переменного тока СТ760.90.00.000;  
 3 – адаптер сети АС4;  
 4 – ПЭВМ;  
 5 – рабочее место оператора

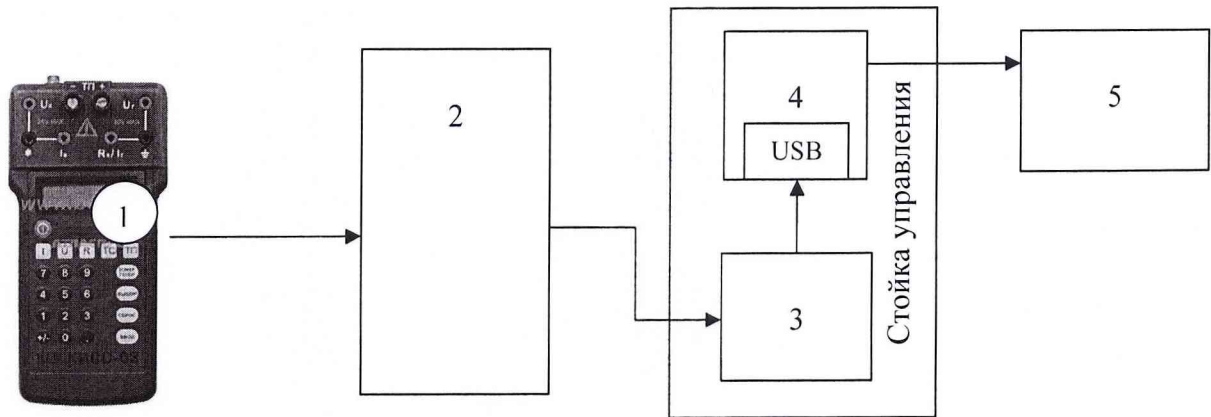
Рисунок 7 - Функциональная схема для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям напряжения переменного тока



- 1 – калибратор КИСС-03;  
 2 – шкаф измерительный генератора постоянного тока СТ760.91.00.000;  
 3 – адаптер сети АС4;  
 4 – ПЭВМ;  
 5 – рабочее место оператора

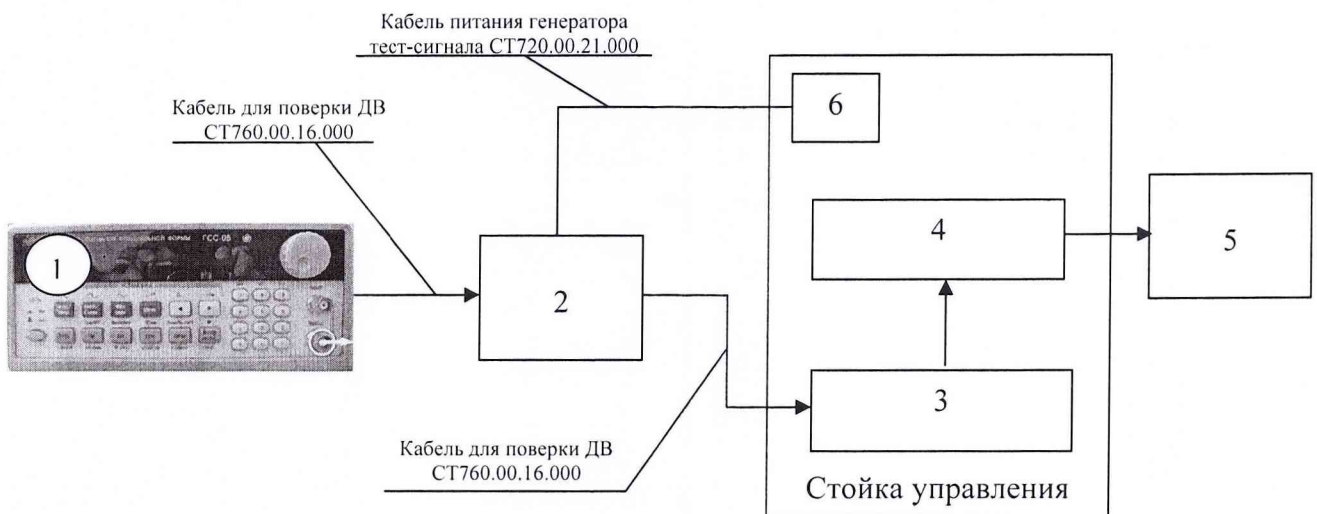
Рисунок 8 - Функциональная схема для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока (мА), соответствующей значениям силы постоянного тока (А)





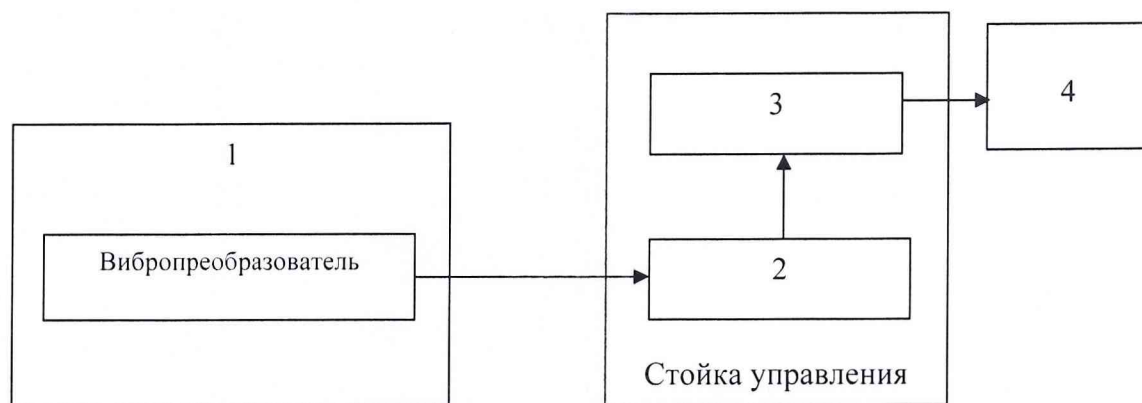
- 1 – калибратор КИСС-03;
- 2 – шкаф измерительный генератора постоянного тока СТ760.91.00.000;
- 3 – адаптер сети АС4;
- 4 – ПЭВМ;
- 5 – рабочее место оператора

Рисунок 9 - Функциональная схема для определения приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям напряжения постоянного тока



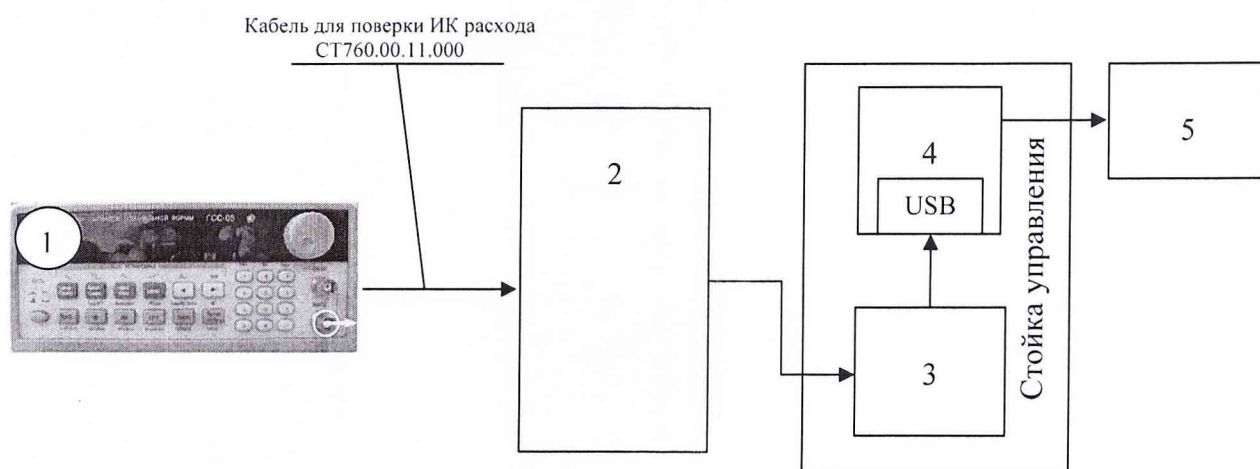
- 1 – генератор ГСС-05;
- 2 – генератор тест-сигнала СТ720.00.20.000;
- 3 – многоканальный измерительный усилитель MGCplus;
- 4 – ПЭВМ;
- 5 – рабочее место оператора;
- 6 – источник питания (на задней стенке)

Рисунок 10 - Функциональная схема для определения относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, соответствующей значениям виброускорения



- 1 – виброустановка 9100D;
- 2 – многоканальный измерительный усилитель MGCplus;
- 3 – ПЭВМ;
- 4 – рабочее место оператора

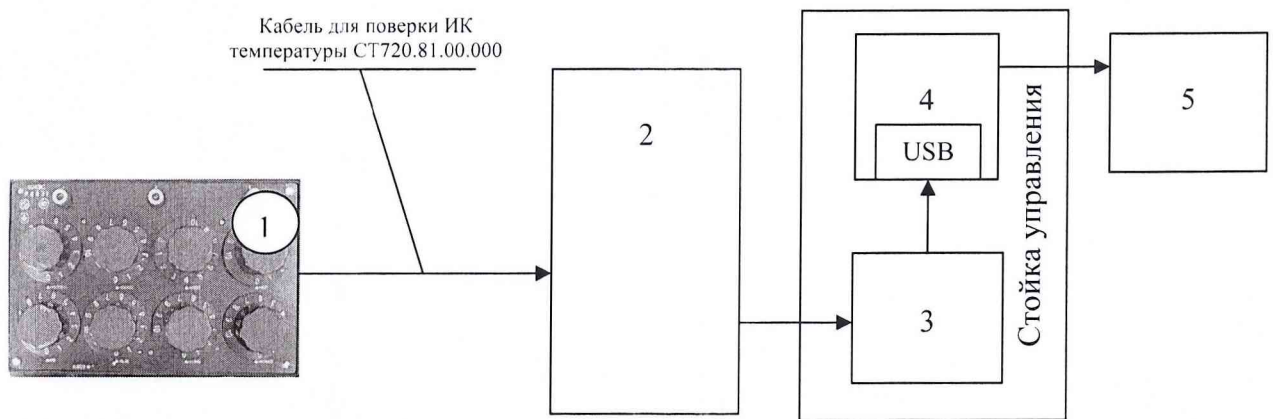
Рисунок 11 - Функциональная схема поверки ИК виброускорения



- 1 – генератор ГСС-05;
- 2 – шкаф измерительный датчиков 4...20 СТ760.80.00.000;
- 3 – адаптер сети АС4;
- 4 – ПЭВМ;
- 5 – рабочее место оператора

Рисунок 12 - Функциональная схема для определения относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям расхода рабочей жидкости





- 1 – магазин сопротивлений Р4831;
- 2 – шкаф измерительный температуры СТ760.60.00.000;
- 3 – адаптер сети АС4;
- 4 – ПЭВМ;
- 5 – рабочее место оператора

Рисунок 13 - Функциональная схема для определения абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры

Приложение Б  
(рекомендуемое)  
Форма протокола поверки

**ПРОТОКОЛ**

**поверки ИК крутящего момента силы системы измерительной для стендовых испытаний  
главных редукторов вертолетов СИГР-4**

- 1 Вид поверки .....  
2 Дата поверки .....  
3 Средства поверки  
3.1 Рабочий эталон

Наименование	Границы диапазона измерения, Гц		Погрешность ( $\delta$ ), %
	нижний	верхний	
Генератор сигналов специальной формы ГСС-05	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^6$	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$

3.2 Вспомогательные средства: в соответствии с методикой поверки СТ11-014.01 МП.

4 Условия поверки

4.1 Температура окружающего воздуха, °С	
4.2 Относительная влажность воздуха, %	
4.3 Атмосферное давление, мм рт. ст.	

5 Результаты экспериментальных исследований

5.1 Внешний осмотр: .....

5.2 Результаты опробования: .....

5.3 Результаты метрологических исследований

5.3.1 Погрешность (относительная) датчика крутящего момента T10F ( $\delta_d$ ) в соответствии с ТД составляет \_\_\_\_\_, свидетельство о поверке (знак поверки в паспорте) № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

5.3.2 Расчет относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы ( $\delta_{ик}$ )

5.3.2.1 Условия исследования

Число ступеней измерений (контрольных точек)	5
Число циклов измерений	3

5.3.2.2 Задаваемые контрольные точки

Частота переменного тока, кГц	10,15	11,25	12,5	13,75	15
Крутящий момент силы, кН·м	29,4	245,3	490,5	735,8	981
Крутящий момент силы, кгс·м	3	25	50	75	100
ИК № 1-е изм. ( $a_1$ )					
ИК № 2-е изм. ( $a_2$ )					
ИК № 3-е изм. ( $a_3$ )					
Среднее значение $A_j$ , кгс·м					
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , кгс·м					
Относительная погрешность $\delta_j$ , %					

5.3.3 Определение относительной погрешности измерений частоты вращения

$$\delta = \delta_d + \delta_{ик} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Расчет погрешности ИК проводится в соответствии с методикой поверки СТ11-014.01 МП.



6 Вывод

Относительная погрешность измерений крутящего момента силы .....

Дата очередной поверки .....

Поверитель \_\_\_\_\_

(подпись, дата)

(ф.и.о.)