

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической
службы» (ФГУП «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

11 2021 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ВЕРТОЛЕТНЫХ ХВОСТОВЫХ
ТРАНСМИССИЙ «СИИС-ХТ1»**

**Методика поверки
АЭ2-621.18.00 МП**

2021 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Содержание	Стр.
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ	7
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	8
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ (ПОВЕРИТЕЛЯМ)	9
5 ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	10
6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ	13
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	14
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	15
8.1 Внешний осмотр	15
8.2 Опробование	15
8.3 Проверка идентификационных данных ПО	16
8.4 Контроль стабильности градуировочных характеристик ИК	17
8.5 Определение индивидуальных функций преобразования (градуировочных характеристик) и погрешности ИК	17
9 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	22
10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МХ СИСТЕМЫ (ПОВЕРКИ)	32
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Метрологические характеристики ИК системы	33
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.1. Функциональная схема поверки ИК частоты вращения	35
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.2. Функциональная схема поверки ИК крутящего момента силы	36
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.3. Функциональная схема поверки ИК силы	37
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.4. Функциональные схемы поверки ИК напряжения и силы переменного электрического тока	38
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.5. Функциональная схема поверки таймера системы	39
ПРИЛОЖЕНИЕ В.1 (рекомендуемое). Форма протокола поверки ИК частоты вращения	40
ПРИЛОЖЕНИЕ В.2 (рекомендуемое). Форма протокола поверки ИК крутящего момента силы	44
ПРИЛОЖЕНИЕ В.3 (рекомендуемое). Форма протокола поверки ИК силы	48
ПРИЛОЖЕНИЕ В.4 (рекомендуемое). Форма протокола поверки ИК напряжения и силы переменного электрического тока	52
ПРИЛОЖЕНИЕ В.5 (рекомендуемое). Форма протокола поверки ИК мощности в цепи переменного электрического тока	57
ПРИЛОЖЕНИЕ В.6 (рекомендуемое). Форма протокола поверки таймера системы	58

Настоящая методика поверки устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодической поверки измерительных каналов (ИК) системы измерительной испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий «СИИС-ХТ1» (в дальнейшем изложении – система), предназначенной для измерений, регистрации и отображения параметров технологических процессов стендовых испытаний вертолетных хвостовых трансмиссий на стенде № Т6365-0533.000.00-01 цеха № 109 СПб ОАО «Красный Октябрь».

Система включает в себя 7 типов ИК, предназначенных для прямых измерений в различных диапазонах следующих величин:

- частота вращения;
- крутящий момент силы;
- сила;
- напряжение переменного тока;
- сила переменного тока;
- активная мощность в цепи переменного тока;
- интервалы времени.

Перечень ИК системы, подвергаемых поверке, диапазоны измерений и пределы допускаемой погрешности измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$ приведены в таблицах А.1 – А.5 Приложения А к настоящей методике поверки.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Перечень метрологических характеристик, подлежащих определению при поверке ИК, приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование МХ	Условное обозначение
1 Индивидуальная функция преобразования (градуировочная характеристика)	$x = a_0 + a_1 \cdot y$
2 Граница суммы неисключенных систематических погрешностей, включающая:	Θ_j
2.1 Оценка систематической составляющей погрешности в j-той контрольной точке	$\bar{\Delta}_{c_j}$
2.2 Вариация в j-той контрольной точке	b_j
2.3 Пределы абсолютной погрешности рабочего эталона (см. раздел 9)	Δ_{c1}
2.4 Пределы абсолютной погрешности первичного преобразователя (только для ИК частоты вращения и силы переменного тока – см. раздел 9)	Δ_{c2}
2.5 Пределы дополнительной абсолютной погрешности, вызванной влиянием температуры окружающего воздуха (для ИК силы – см. раздел 9)	Δ_{c2}
3 Оценка СКО случайной составляющей погрешности в j-той контрольной точке	$S_j(\Delta)^0$
4 Граница абсолютной погрешности в j-той контрольной точке	$\bar{\Delta}_j$
5 Пределы абсолютной погрешности ИК	$\bar{\Delta}$
6 Пределы погрешности ИК, приведенной к верхнему пределу измерений	γ

1.2 Исходными данными для расчета МХ поверяемого ИК являются выходные сигналы ИК, полученные при подаче на его вход эталонных величин x_j , контролируемых по рабочему эталону.

Выходные сигналы ИК, полученные при прямом и обратном ходах приложения эталонных величин в контрольных точках, представляются соответственно в виде массивов чисел y_{jkM} и $y_{jкБ}$,

где j - индекс номера контрольной точки;

k - индекс номера отсчета в контрольной точке;

γ - индекс номера цикла приложения эталонных величин;

M - индекс прямого хода приложения эталонных величин;

B - индекс обратного хода приложения эталонных величин.

При обработке полученных в процессе поверки ИК результатов измерений определяется индивидуальная функция преобразования, и оцениваются погрешности ИК (абсолютная и приведенная).

1.3 При оценке погрешности ИК частоты вращения применяется поэлементный способ (поверке подвергается часть ИК – без датчика частоты вращения). Погрешность датчика частоты вращения учитывается при вычислении границы суммы неисключенных систематических погрешностей ИК (см. п. 9.1.2.7).

1.4 Датчик частоты вращения поверяется отдельно в соответствии с НТД на его поверку.

1.5 При градуировке ИК частоты вращения определяется индивидуальная функция преобразования для измерения частоты сигнала датчика частоты вращения (f , Гц).

Далее, при выполнении измерений, частота вращения n (об/мин) определяется с использованием известного соотношения:

$$n = K_d \cdot f, \text{ об/мин}, \quad (1.1)$$

где K_d – постоянный коэффициент передачи датчика частоты вращения.

Коэффициент передачи датчика частоты вращения учитывает передаточное отношение между валом, частота вращения которого измеряется, и валом индуктора датчика, а также число зубьев индуктора (число импульсов сигнала датчика за один оборот вала индуктора).

1.6 Из формулы (1.1) следует, что при градуировке ИК частоты вращения максимальное значение частоты сигнала эталонного генератора, соответствующее верхней границе диапазона измерений частоты вращения, определяется с использованием выражения:

$$f = \frac{n}{K_d}, \text{ Гц}. \quad (1.2)$$

1.7 Коэффициенты передачи датчика для ИК частоты вращения имеет следующее значение: $K_d = 1$ об/мин/Гц.

1.8 При поверке ИК крутящего момента силы применяется поэлементный способ (поверке подвергается часть ИК – без датчика крутящего момента). Погрешность датчика крутящего момента учитывается при вычислении границы суммы неисключенных систематических погрешностей ИК (см. п. 9.2.2.7).

1.9 Датчик крутящего момента силы поверяется отдельно в соответствии с НТД на его поверку.

1.10 При градуировке ИК крутящего момента силы определяется индивидуальная функция преобразования для измерения напряжения сигнала датчика крутящего момента силы (U_c , В).

Далее, при выполнении измерений, крутящий момент силы M определяется с использованием известного соотношения:

$$M = K_d \cdot U_c, \text{ кН}\cdot\text{м (кгс}\cdot\text{м)}, \quad (1.3)$$

где K_d – постоянный коэффициент передачи сигнала датчика крутящего момента силы.

1.11 Коэффициент передачи сигнала датчика крутящего момента силы определяется соотношением:

$$K_d = \frac{M_{дн}}{U_{сн}}, \text{ кН}\cdot\text{м/В (кгс}\cdot\text{м/В)}, \quad (1.4)$$

где $M_{дн}$ – номинальный крутящий момент датчика крутящего момента силы, кН·м (кгс·м);

$U_{сн}$ – сигнал напряжения постоянного тока, соответствующий номинальному крутящему моменту датчика.

Примечание – Для датчиков крутящего момента силы типа T40B-005R или T10FS-005R $K_0 = 0,5$ кН·м/В (50,99 кгс·м/В).

1.12 Из формулы 1.3 следует, что значения эталонного сигнала напряжения постоянного тока (U_c) на входе ИК крутящего момента, соответствующие эталонным значениям крутящего момента (M) определяются с использованием выражения:

$$U_c = \frac{M}{K_0}, \text{ В} \quad (1.5)$$

1.13 При оценке погрешности ИК силы применяется комплектный способ (поверке подвергается весь ИК, включая первичный преобразователь силы).

1.14 При оценке погрешности ИК напряжения переменного электрического тока применяется комплектный способ (поверке подвергается весь ИК).

1.15 При оценке погрешности ИК силы переменного тока применяется поэлементный способ (поверке подвергается часть ИК – без первичного преобразователя (трансформатора тока)).

1.16 Трансформатор тока поверяется отдельно в соответствии с НТД на поверку, и его погрешность учитывается при вычислении границы суммы неисключенных систематических погрешностей ИК (см. п. 9.4.2.8).

1.17 При поверке ИК силы переменного тока значения эталонных сигналов тока (I_c), задаваемых на входе ИК, рассчитываются по формуле:

$$I_c = \frac{I}{k_{ТТ}}, \text{ А}, \quad (1.6)$$

где I – эталонное значение измеряемого тока;

$k_{ТТ}$ – коэффициент трансформации входящего в состав ИК трансформатора тока.

1.18 Функциональные схемы поверки ИК системы представлены в Приложениях Б.1...Б.5.

2 Обеспечена прослеживаемость ИК системы к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2001, к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2018, к эталонным установкам ЭУ-10 и ЭУ-100 из состава государственного первичного эталона единицы силы, к государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения в диапазоне частот $3 \cdot 10^{-1}$ - $2 \cdot 10^9$ Гц ГЭТ 27-2009, к государственному первичному специальному эталону единицы силы переменного электрического тока.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2.1

Наименование операции	№ пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2.1	да	да
3 Проверка идентификационных данных ПО	8.3	да	да
4 Контроль стабильности градуировочной характеристики ИК	8.4	нет	да
5 Определение индивидуальной функции преобразования (градуировочной характеристики) и погрешности ИК	8.5; 9	да	да
6 Оценка МХ ИК системы на соответствие метрологическим требованиям	9.1.2; 9.2.2; 9.3.2; 9.4.2; 9.4.3	да	да
7 Оформление результатов поверки	10	да	да

2.2 При проведении поверки таймера системы должны выполняться операции, указанные в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Наименование операции	№ пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2.2	да	да
3 Определение абсолютной погрешности измерений интервалов времени	8.5.5; 9.5	да	да
4 Оценка МХ ИК интервала времени на соответствие метрологическим требованиям	9.5.4	да	да
5 Оформление результатов поверки	10	да	да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

3.1 Условия окружающей среды:

3.1.1 Температура окружающего воздуха, °С (К):

- в испытательном боксе от 10 до 30
(от 283 до 303);

- в кабине наблюдения от 15 до 25
(от 288 до 298);

3.1.2 Относительная влажность воздуха, % не более 80;

3.1.3 Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 97,3 до 104,6; (от 730 до 785).

3.2 Напряжение питания однофазной сети переменного тока при частоте (50 ± 2) Гц, В..... от 198 до 242.

Примечание – При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их руководствах по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ (ПОВЕРИТЕЛЯМ)

4.1 К проведению поверки допускаются поверители из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, освоивших работу с применяемыми эталонами и средствами измерений, используемыми в качестве эталонов, поверяемой системой, изучивших настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации компаратора и средств измерений, применяемых для поверки.

4.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном на предприятии порядке и иметь удостоверение на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска не ниже 3.

5 ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Состав и общие требования к средствам поверки

5.1.1 В состав средств поверки ИК системы должны входить эталоны, средства измерений, используемые в качестве эталонов и вспомогательное оборудование.

5.1.2 Средства измерений, используемые в качестве эталонов, должны быть поверены и иметь действующее свидетельство о поверке.

5.1.3 Пределы допускаемой погрешности средств поверки при воспроизведении или измерении действительных (принимаемых за истинные) физических величин в контрольных точках на всём диапазоне поверяемого ИК должны соответствовать соотношению:

$$\frac{\Delta_{ИК} * \gamma_{ИК}}{\Delta_{э} \gamma_{э}} \geq 3-10$$

где: - $\Delta_{ИК}$, $\gamma_{ИК}$ – нормированное значение допускаемой абсолютной или приведённой погрешности поверяемого ИК при доверительной вероятности $P = 0,95$;

- $\Delta_{э}$, $\gamma_{э}$ – погрешность средства поверки при воспроизведении или измерении физических величин (или их носителей);

- «*» - знак тождественности.

5.2 Перечень рекомендованных средств поверки

5.2.1 Средства поверки, рекомендованные для поверки ИК системы, приведены в таблицах 5.1 – 5.6.

Таблица 5.1. Рабочий эталон для поверки ИК частоты вращения

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочего эталона, номер документа, регламентирующего технические требования к рабочему эталону. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.2, 8.4, 8.5.1	Генератор сигналов специальной формы АКПП-3413/2, диапазон установки частоты импульсного сигнала от 1 мГц до 30 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты сигнала $\pm 2 \cdot 10^{-6}$

Таблица 5.2. Рабочий эталон для поверки ИК крутящего момента силы

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочего эталона, номер документа, регламентирующего технические требования к рабочему эталону. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.2, 8.4, 8.5.2	Калибратор универсальный FLUKE 9100E, диапазоны воспроизведения напряжения постоянного тока: от 0,000 до 320,000 мВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm (0,00006 U_{\text{вых}} + 4,16 \text{ мкВ})$; от 3,2001 до 32,0000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm (0,000065 U_{\text{вых}} + 416 \text{ мкВ})$

Таблица 3.3. Рабочие эталоны для поверки ИК силы

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочего эталона, номер документа, регламентирующего технические требования к рабочему эталону. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.2, 8.4, 8.5.3	Динамометр универсальный электронный переносной АЦДУ-5И-1, диапазон измерений, от 0,5 до 5 кН, пределы допускаемой относительной суммарной погрешности измерений $\pm 0,24 \%$, ц. д. 0,0002 кН Динамометр растяжения электронный переносной АЦДР-20/1И-1, диапазон измерений от 2 до 20 кН, пределы допускаемой относительной суммарной погрешности измерений $\pm 0,24 \%$, ц. д. 0,002 кН

Таблица 5.4. Рабочий эталон для поверки ИК напряжения и силы переменного электрического тока

<i>Номер пункта методики поверки</i>	<i>Наименование рабочего эталона, номер документа, регламентирующего технические требования к рабочему эталону. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики</i>
8.2, 8.4, 8.5.4	<p>Калибратор универсальный FLUKE 9100E,</p> <p>диапазоны воспроизведения напряжения переменного тока:</p> <ul style="list-style-type: none"> - от 03,2001 до 32,0000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока $\pm(0,0004 U_{\text{вых}} + 1,92 \text{ мВ})$ в полосе частот от 10 Гц до 3 кГц; - от 32,001 до 105,000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока $\pm(0,0004 U_{\text{вых}} + 6,3 \text{ мВ})$ в полосе частот от 10 Гц до 3 кГц; - от 105,001 до 320,000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока $\pm(0,0005 U_{\text{вых}} + 19,2 \text{ мВ})$ в полосе частот от 100 Гц до 1 кГц; <p>диапазоны воспроизведения силы переменного тока:</p> <ul style="list-style-type: none"> - от 32,001 до 320,000 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока $\pm(0,0008 I_{\text{вых}} + 32 \text{ мкА})$ в полосе частот от 10 Гц до 3 кГц; - от 0,32001 до 3,20000 А, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока $\pm(0,001 I_{\text{вых}} + 480 \text{ мкА})$ в полосе частот от 10 Гц до 3 кГц

Таблица 5.5. Рабочий эталон для поверки таймера системы

<i>Номер пункта методики поверки</i>	<i>Наименование рабочего эталона, номер документа, регламентирующего технические требования к рабочему эталону. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики</i>
8.2, 8.4, 8.5.5	Частотомер электронно-счетный АКПП-5102: диапазон измерений длительности импульсов от 1,5 нс до 10^5 с, пределы допускаемой относительной погрешности внутреннего кварцевого генератора $\pm 10^{-6}$

Таблица 5.6. Вспомогательные средства, используемые при поверке ИК и таймера системы

<i>Номер пункта методики поверки</i>	<i>Наименование вспомогательных средств поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики</i>
	<i>Вспомогательные средства для поверки всех ИК и таймера системы</i>
3.1	<p>Термогигрометр CENTER, мод.315, диапазон измерений температуры: от минус 20 до 60 °С, пределы абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,8$ °С, диапазон измерения относительной влажности: от 0 до 100 %, пределы абсолютной погрешности измерения влажности ± 3 %.</p> <p>Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, диапазон измерений абсолютного давления атмосферы от 60 до 120 кПа, цена деления 1 кПа</p>
	<i>Вспомогательные средства, применяемые для поверки ИК силы</i>
8.2, 8.4, 8.5.3	Устройство нагружения Т6368-0935, до 2000 кгс

5.3 Указанные в таблицах 5.1 – 5.6 средства поверки при необходимости могут быть заменены на другие, соответствующие требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемой системы с требуемой точностью (погрешностью).

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При проведении работ по поверке ИК системы необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «ПТЭЭП 2003. Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «ПОТЭУ 2014 Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок потребителей», ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.2.091-2012 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

6.2 Электрооборудование стенда, а также электроизмерительные приборы, используемые в качестве средств поверки, должны быть заземлены, блоки питания должны иметь предохранители номинальной величины.

6.3 Работы по выполнению поверки системы должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за эксплуатацию испытательного стенда.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Проверить наличие сведений о поверке рабочих эталонов.

7.2 Проверить целостность электрических цепей ИК.

7.3 При поверке ИК частоты вращения:

- отсоединить провода электрического кабеля, подключенного к датчику частоты вращения поверяемого ИК, от соответствующих клемм в шкафу измерительной системы, и подключить к этим клеммам генератор АКПП-3413/2 (для задания на входе ИК эталонных значений частоты прямоугольных импульсов положительной полярности с амплитудой 5 В – см. схему на рисунке Б.1.1 в Приложении Б.1).

7.4 При поверке ИК крутящего момента силы:

- отсоединить провода электрического кабеля, подключенного к датчику крутящего момента силы поверяемого ИК, от соответствующих клемм в шкафу измерительной системы, и подключить к этим клеммам калибратор универсальный FLUKE 9100E (для задания на входе ИК эталонных значений напряжения постоянного тока – см. схему на рисунке Б.2.1 в Приложении Б.2).

7.5 При поверке ИК силы:

- соединить входящий в состав ИК датчик силы U2B и датчик силы эталонного динамометра с устройством нагружения (см. схему на рисунке Б.3.1 в Приложении Б.3). Монтаж выполнить в соответствии с чертежом устройства нагружения;

- соединить датчик силы эталонного динамометра с его вторичным измерительным преобразователем (в соответствии с руководством по эксплуатации динамометра).

7.6 При поверке ИК напряжения переменного электрического тока:

- отсоединить провода, соединяющие вход датчика напряжения (из состава поверяемого ИК напряжения) с электрической цепью, в которой измеряется напряжение, и соединить вход датчика напряжения с калибратором универсальным FLUKE 9100E (для задания эталонных значений напряжения переменного тока на входе ИК – см. схему на рисунке Б.4.1 в Приложении Б.4).

7.7 При поверке ИК силы переменного электрического тока:

- отсоединить провода, соединяющие вход датчика тока с трансформатором тока (из состава поверяемого ИК тока), и соединить вход датчика тока с калибратором универсальным FLUKE 9100E (для задания эталонных сигналов силы переменного тока на входе ИК – см. схему на рисунке Б.4.2 в Приложении Б.4).

7.8 При поверке таймера системы:

- подключить с помощью специального кабеля к клеммам «Импульс» шкафа измерительной системы вход эталонного электронно-счетного частотомера АКПП-5102 (далее по тексту – эталонный таймер), используемого в режиме измерения длительности импульсов (см. схему на рисунке Б.5.1 в Приложении Б.5).

7.9 Подготовить рабочие эталоны к использованию по назначению в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

7.10 Включить питание измерительных преобразователей и аппаратуры системы.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре необходимо убедиться, что все входящие в ИК компоненты не имеют внешних повреждений, которые могут влиять на работу.

8.1.2 Результаты осмотра считать удовлетворительными, если отсутствуют внешние повреждения.

8.2 Опробование

8.2.1 Опробование ИК системы

8.2.1.1 Включить питание системы и запустить ее программное обеспечение (ПО).

8.2.1.2 Выбрать на экране пункт меню «Поверка и градуировка изм. каналов» и в появившемся окне выбрать вкладку, соответствующую типу поверяемого ИК:

- Частота вращения;
- Крутящий момент;
- Сила нагружения;
- Напряжение и ток;
- Таймер системы.

8.2.1.3 Выбрать из списка на вкладке наименование поверяемого ИК.

8.2.1.4 Для опробования ИК подать на его вход с помощью рабочего эталона значения сигналов, соответствующие нижнему и верхнему пределам измерений ИК, и, наблюдая изменение показаний выходного сигнала на экране монитора, убедиться в работоспособности ИК.

8.2.1.5 Результаты опробования считать удовлетворительными, если сигнал на выходе ИК изменяется при изменении сигнала на его входе.

Примечания

1 При поверке ИК частоты вращения устанавливаемые на входе ИК с помощью рабочего эталона значения частоты сигналов, соответствующие эталонным значениям частоты вращения, рассчитать по формуле 1.2 (см. раздел 1).

2 При поверке ИК крутящего момента силы устанавливаемые на входе ИК с помощью рабочего эталона значения напряжения сигналов, соответствующие эталонным значениям крутящего момента силы, рассчитать по формуле 1.5 (см. раздел 1).

3 При поверке ИК силы переменного электрического тока, устанавливаемые на входе ИК с помощью рабочего эталона значения сигналов, соответствующие эталонным значениям силы тока, рассчитать по формуле 1.6.

8.2.2 Опробование таймера системы

8.2.2.1 Выбрать на экране пункт меню «Поверка и градуировка изм. каналов» и в появившемся окне выбрать вкладку «Таймер системы».

8.2.2.2 Установить в окне «Заданный интервал времени» на экране монитора значение 600 с.

8.2.2.3 Запустить таймер системы нажатием клавиши «Пуск» на экране монитора. При этом таймер должен начать отсчет времени с отображением показаний на экране монитора.

8.2.2.4 Остановить таймер нажатием клавиши «Стоп» на экране монитора до окончания заданного интервала времени 600 с. При этом таймер должен остановить отсчет времени, и на экране монитора должно зафиксироваться значение измеренного интервала времени.

8.2.2.5 Нажать клавишу «Сброс» на экране монитора. При этом на экране монитора должно установиться число «0».

8.2.2.6 Снова запустить таймер системы (см. п. 8.2.2.3) и дождаться окончания отсчета заданного интервала времени (600 с), после чего таймер должен остановиться.

8.2.2.7 Провести сброс показаний таймера (см. п. 8.2.2.5).

Примечание – Одновременно с пуском таймером системы на вход эталонного таймера, работающего в режиме измерения длительности импульсов, поступает передний фронт измеряемого положительного импульса. В момент останова таймера системы заканчивается положительный импульс на входе эталонного таймера, и на дисплее эталонного таймера отображается измеренная длительность этого импульса.

8.2.2.8 Результаты опробования считать удовлетворительными, если выполняется одновременный отсчет заданного интервала времени эталонным таймером и таймером системы.

8.3 Проверка идентификационных данных ПО

8.3.1 Выполнить проверку соответствия следующих заявленных идентификационных данных ПО:

- наименование ПО;
- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимых компонентов ПО системы измерительной «СИИС-ХТ1» (далее ПО «СИИС-ХТ1») для испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	ПО «Измерительная станция»
Идентификационное наименование ПО	va tt1 pxie8840 01.rtexe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.0

8.3.2 Для определения идентификационных признаков метрологически значимых компонентов ПО «СИИС-ХТ1» выбрать на экране пункт меню «Поверка и градуировка измерительных каналов» и в появившемся окне запустить специальную программу «Идентификация компонентов ПО «СИИС-ХТ1»», нажав клавишу «Идентификация ПО». После загрузки программы автоматически выполняются определение идентификационных наименования и номера версии метрологически значимых компонентов ПО «СИИС-ХТ1». В результате на экран монитора выводится окно рабочей панели программы. В окне, вид которого представлен на рисунке 1, расположена таблица «Идентификация программного обеспечения», в которой отображается:

- «Наименование компонента» - полное наименование метрологически значимого компонента ПО «СИИС-ХТ1»: ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ;
- «Идентификационное наименование» - значение идентификационного наименования (исполняемого приложения) метрологически значимого компонента ПО «СИИС-ХТ1»: va_tt1_pxie8840_01.rtexe;
- «Версия» - идентификационный номер (номер версии) метрологически значимого компонента ПО «СИИС-ХТ1»: 1.0.0.

8.3.3 Результаты проверки идентификационных данных ПО считать положительными, если идентификационное наименование и номер версии ПО соответствуют указанным в документации.

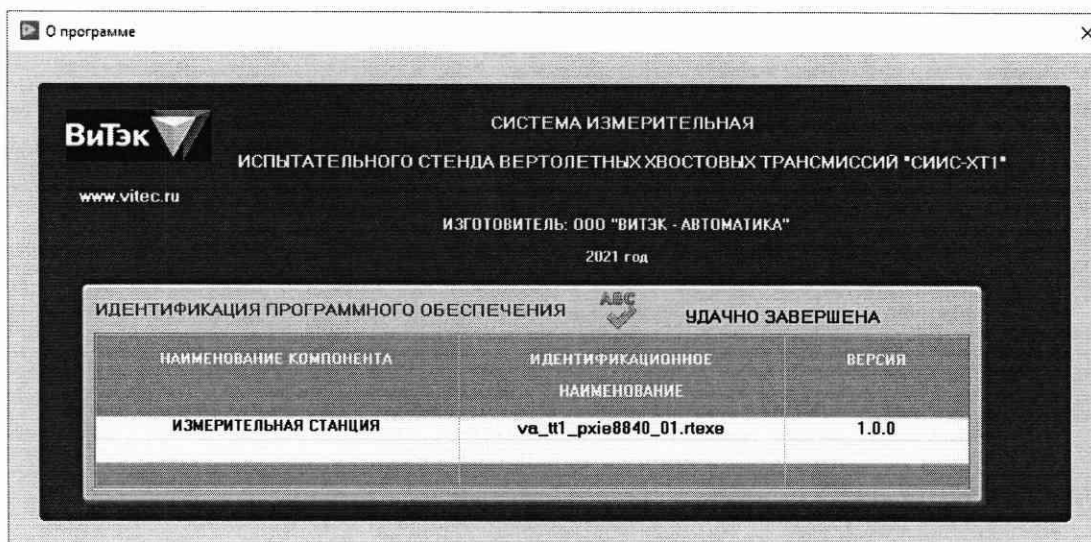


Рисунок 1 - Вид окна рабочей панели программы «Идентификация компонентов ПО «СИИС-ХТ1»»

8.4 Контроль стабильности градуировочных характеристик ИК (выполняется при периодической поверке)

8.4.1 Контроль стабильности градуировочной характеристики выполнять при периодической поверке до начала определения обновленной градуировочной характеристики.

8.4.2 Операцию определения обновленной градуировочной характеристики и погрешности ИК проводить только при положительных результатах контроля стабильности. В противном случае выявить причины нестабильности и устранить их.

8.4.3 Контроль стабильности градуировочной характеристики ИК выполнять путем сравнения показаний измеряемой величины на экране монитора с задаваемыми эталонными значениями этой величины.

8.4.4 Для контроля стабильности градуировочной характеристики подать на вход в поверяемый ИК с помощью рабочего эталона последовательно 5 значений эталонного сигнала в заданном диапазоне измерений при прямом ходе и 5 значений – при обратном ходе и записать в протокол показания измеряемой величины на экране монитора, соответствующие задаваемым эталонным значениям.

8.4.5 Результаты контроля считать удовлетворительными, если выполняются критерии стабильности градуировочной характеристики ИК (см. раздел 9).

8.5 Определение индивидуальных функций преобразования (градуировочных характеристик) и погрешности ИК

8.5.1 Определение градуировочной характеристики и погрешности ИК частоты вращения (см. схему на рисунке Б.1.1 в Приложении Б1)

8.5.1.1 Нажать на экране клавишу «Начать поверку».

8.5.1.2 В последовательно появляющихся окнах ввести следующую информацию:

- Вид поверки: первичная или периодическая;
- Условия окружающей среды: температура и влажность воздуха, атмосферное давление;
- Сведения о применяемом при поверке ИК рабочем эталоне: наименование, срок очередной поверки; диапазон установки частоты сигнала, погрешность или класс точности;
- Предел абсолютной погрешности рабочего эталона Δ_{C1} , выраженной в единицах измерения частоты вращения – об/мин (рассчитать в соответствии с п. 9.1.2.7);

- Предел абсолютной погрешности применяемого в составе ИК датчика частоты вращения Δ_{c2} , выраженной в единицах измерения частоты вращения – об/мин (рассчитать в соответствии с п. 9.1.2.7);

- Значение постоянного коэффициента передачи датчика частоты вращения для поверяемого ИК (см. раздел 1);

- Сведения о применяемом в составе ИК датчике частоты вращения: тип, относительная погрешность, %;

- Значение верхнего предела измерений (ВП) поверяемого ИК, об/мин;

- Значения частоты эталонных сигналов, которые будут подаваться на вход ИК в контрольных точках (не менее 5-ти точек).

Примечания

1 Верхний предел частоты эталонных сигналов должен быть не менее значения, рассчитанного по формуле 1.2 (см. раздел 1) для верхнего предела измерений частоты вращения.

2 Значения частоты эталонных сигналов должны быть равномерно распределены во всем выбранном диапазоне.

8.5.1.3 Установить на входе в ИК с помощью генератора сигналов АКПП-3413/2 последовательно не менее 5-ти значений частоты эталонного сигнала x_j при прямом ходе и, соответственно, не менее 5-ти значений – при обратном ходе (в соответствии с выбранными значениями в контрольных точках – см. п. 8.5.1.2), где j - номер контрольной точки.

В каждой контрольной точке при прямом и обратном ходе выполнить m измерений частоты эталонного сигнала, преобразованной в сигнал напряжения (В). Указанный цикл измерений (прямой и обратный ходы) повторить l раз. В результате в памяти контроллера сохраняются массивы измеренных значений напряжения сигналов, В: $y_{jk\gamma M}$, $y_{jk\gamma B}$ ($\gamma = 1, 2, \dots, l$; $k = 1, 2, \dots, m$). При первичной поверке $l \geq 5$, $m \geq 5$; при периодической поверке $l \geq 3$; $m \geq 5$.

Примечания

1 Для выполнения измерений в контрольной точке нажать на экране клавишу «Записать КТ». При этом автоматически выполняется подряд m измерений ($m = 10$) и регистрация результатов измерений.

2 Обработка результатов измерений, полученных при градуировке и поверке ИК, выполняется автоматически в соответствии с п. 9.1.2 настоящей методики.

Для автоматического расчета и сохранения коэффициентов индивидуальной градуировочной характеристики и погрешности ИК после выполнения всех циклов измерений в контрольных точках нажать на экране клавиши «Рассчитать» и «Сохранить».

3 Градуировка ИК частоты вращения выполняется для измерения частоты сигнала датчика. В дальнейшем, при измерениях частоты вращения, измеренное значение частоты сигнала датчика f автоматически умножается на коэффициент передачи датчика K_d (см. раздел 1).

8.5.2 Определение градуировочной характеристики и погрешности ИК крутящего момента силы (см. схему на рисунке Б.2.1 в Приложении Б2)

8.5.2.1 Нажать на экране клавишу «Начать поверку».

8.5.2.2 В последовательно появляющихся окнах ввести следующую информацию:

- Вид поверки: первичная или периодическая;

- Условия окружающей среды: температура и влажность воздуха, атмосферное давление;

- Сведения о применяемом при поверке ИК рабочем эталоне: наименование, срок очередной поверки; диапазон установки напряжения сигнала, погрешность или класс точности;

- Предел абсолютной погрешности рабочего эталона Δ_{C1} , выраженной в единицах измерения крутящего момента – кгс·м (рассчитать в соответствии с п. 9.2.2.7);
- Предел абсолютной погрешности применяемого в составе ИК датчика крутящего момента Δ_{C2} , выраженной в единицах измерения крутящего момента – кгс·м (рассчитать в соответствии с п. 9.2.2.7);
- Значение постоянного коэффициента передачи датчика крутящего момента силы для поверяемого ИК (см. раздел 1);
- Сведения о применяемом в составе ИК датчике крутящего момента: тип и заводской номер;
- Значение верхнего предела измерений (ВП) поверяемого ИК, кгс·м;
- Значения напряжения эталонных сигналов, которые будут подаваться на вход ИК в контрольных точках (не менее 5-ти точек).

Примечания

1 Верхний предел напряжения эталонных сигналов должен быть не менее значения, рассчитанного по формуле 1.5 (см. раздел 1) для верхнего предела измерений крутящего момента силы.

2 Значения напряжения эталонных сигналов должны быть равномерно распределены во всем диапазоне измерений ИК.

8.5.2.3 Установить на входе в ИК с помощью калибратора FLUKE 9100E последовательно не менее 5-ти значений напряжения эталонного сигнала x_j при прямом ходе и, соответственно, не менее 5-ти значений – при обратном ходе (в соответствии с выбранными значениями в контрольных точках – см. п. 8.5.2.2), где j - номер контрольной точки.

В каждой контрольной точке при прямом и обратном ходе выполнить m измерений напряжения эталонного сигнала. Указанный цикл измерений (прямой и обратный ходы) повторить l раз. В результате в памяти контроллера запоминаются массивы измеренных значений напряжения сигналов, В: $y_{jk\gamma M}$, $y_{jk\gamma B}$ ($\gamma = 1, 2, \dots, l$; $k = 1, 2, \dots, m$). При первичной поверке $l \geq 5$, $m \geq 5$; при периодической поверке $l \geq 3$; $m \geq 5$.

Примечания

1 Для выполнения измерений в контрольной точке нажать на экране клавишу «Записать КТ». При этом автоматически выполняется подряд m измерений ($m = 10$) и регистрация результатов измерений.

2 Обработка результатов измерений, полученных при градуировке и поверке ИК, выполняется автоматически в соответствии с п. 9.2.2 настоящей методики.

Для автоматического расчета и сохранения коэффициентов индивидуальной градуировочной характеристики и погрешности ИК после выполнения всех циклов измерений в контрольных точках нажать на экране клавиши «Рассчитать» и «Сохранить».

8.5.3 Определение градуировочной характеристики и погрешности ИК силы (см. схему на рисунке Б.3.1 в Приложении Б3)

8.5.3.1 Нажать на экране клавишу «Начать поверку».

8.5.3.2 В последовательно появляющихся окнах ввести следующую информацию:

- Вид поверки: первичная или периодическая;
- Условия окружающей среды: температура и влажность воздуха, атмосферное давление;
- Сведения о применяемом при поверке ИК рабочем эталоне: наименование, срок очередной поверки; диапазон измерений, погрешность или класс точности;
- Предел абсолютной погрешности рабочего эталона (рассчитать в соответствии с п. 9.3.2.7);
- Предел дополнительной абсолютной погрешности, вызванной влиянием температуры окружающего воздуха (рассчитать в соответствии с п. 9.3.2.7);

- Сведения о применяемом в составе ИК первичном преобразователе: тип и заводской номер датчика силы;
- Значение верхнего предела измерений (ВП) поверяемого ИК, кгс;
- Эталонные значения силы, которые будут задаваться на входе ИК в контрольных точках (не менее 5-ти точек).

Примечание – Эталонные значения силы должны быть равномерно распределены во всем диапазоне измерений ИК.

8.5.3.3 Приложить на входе ИК с помощью устройства нагружения и эталонного динамометра последовательно не менее 5-ти эталонных значений силы x_j при прямом ходе и, соответственно, не менее 5-ти значений – при обратном ходе (в соответствии с выбранными значениями в контрольных точках – см. п. 8.5.3.2),

где j - номер контрольной точки.

В каждой контрольной точке при прямом и обратном ходе выполнить m измерений напряжения сигнала датчика силы (после усиления), соответствующего установленному эталонному значению силы. Указанный цикл измерений (прямой и обратный ходы) повторить l раз. В результате в памяти контроллера сохраняются массивы измеренных значений напряжения сигналов, $B: y_{jk\gamma M}, y_{jk\gamma B}$ ($\gamma = 1, 2, \dots, l; k = 1, 2, \dots, m$). При первичной поверке $l \geq 5, m \geq 5$; при периодической поверке $l \geq 3; m \geq 5$.

Примечания

1 Для выполнения измерений в контрольной точке нажать на экране клавишу «Записать КТ». При этом автоматически выполняется подряд m измерений ($m = 10$) и регистрация результатов измерений.

2 Обработка результатов измерений, полученных при градуировке и поверке ИК, выполняется автоматически в соответствии с п. 9.3.2 настоящей методики.

Для автоматического расчета и сохранения коэффициентов индивидуальной градуировочной характеристики и погрешности ИК после выполнения всех циклов измерений в контрольных точках нажать на экране клавиши «Рассчитать» и «Сохранить».

8.5.4 Определение градуировочной характеристики и погрешности ИК напряжения и силы переменного электрического тока (см. схемы на рисунках Б.4.1 и Б.4.2 в Приложении Б4)

8.5.4.1 Нажать на экране клавишу «Начать поверку».

8.5.4.2 В последовательно появляющихся окнах ввести следующую информацию:

- Вид поверки: первичная или периодическая;
- Условия окружающей среды: температура и влажность воздуха, атмосферное давление;
- Сведения о применяемом при поверке ИК рабочем эталоне: наименование, срок очередной поверки; диапазон измерений, погрешность или класс точности;
- Предел абсолютной погрешности рабочего эталона Δ_{C1} – калибратора универсального FLUKE 9100E, выраженной в единицах измерения силы тока – для ИК тока или в единицах измерения напряжения – для ИК напряжения (рассчитать в соответствии с п. 9.4.2.8);
- Предел абсолютной погрешности первичного преобразователя Δ_{C2} – трансформатора тока (рассчитать в соответствии с п. 9.4.2.8 – только для ИК тока);
- Сведения о применяемом в составе ИК тока трансформаторе тока: тип, отношение первичного тока к вторичному (I_1/I_2), относительная погрешность (%);
- Значение верхнего предела измерений (ВП) поверяемого ИК, В (А);
- Значения эталонных сигналов, которые будут подаваться на вход ИК в контрольных точках (не менее 5-ти точек).

Примечания

1 Значения эталонных сигналов, соответствующие эталонным значениям силы тока (для ИК тока) рассчитать по формуле 1.6 (см. раздел 1).

2 Значения эталонных сигналов должны быть равномерно распределены во всем заданном диапазоне измерений ИК.

8.5.4.3 Установить на входе в ИК с помощью калибратора универсального FLUKE 9100E последовательно не менее 5-ти значений действующего значения эталонного сигнала силы тока – для ИК тока (или эталонного напряжения – для ИК напряжения) x_j при прямом ходе и, соответственно, не менее 5-ти значений – при обратном ходе (в соответствии с выбранными значениями в контрольных точках – см. п. 8.5.4.2),

где j - номер контрольной точки.

Для заданного действующего значения эталонного сигнала переменного тока (напряжения) в контрольной точке выполнить n измерений мгновенных значений сигнала за промежутки времени, равный одному периоду колебаний сигнала при заданной частоте опроса канала $f_{изм}$.

Примечания

1 При поверке ИК напряжения и тока нагрузки бортовых генераторов выбрать частоту эталонных сигналов 400 Гц.

2 При частоте измерений $f_{изм} = 100$ кГц и частоте сигнала напряжения (тока) $f_c = 400$ Гц имеем число измерений за один период колебаний сигнала:

$$n = \frac{f_{изм}}{f_c} = \frac{100 \cdot 10^3}{400} = 250.$$

В каждой контрольной точке при прямом и обратном ходе выполнить m таких измерений. Указанный цикл измерений (прямой и обратный ходы) повторить l раз.

В результате в памяти контроллера сохраняются массивы групп из n измеренных мгновенных значений сигналов тока (напряжения) за период: $y_{jk\gamma M}$, $y_{jk\gamma B}$ ($\gamma = 1, 2, \dots, l$; $k = 1, 2, \dots, m$). При первичной поверке $l \geq 5$, $m \geq 5$; при периодической поверке $l \geq 3$; $m \geq 5$.

Примечания

1 Для выполнения измерений в контрольной точке нажать на экране клавишу «Записать КТ». При этом автоматически выполняется подряд m измерений ($m = 10$) и регистрация результатов измерений.

2 Обработка результатов измерений, полученных при градуировке и поверке ИК, выполняется автоматически в соответствии с п. 9.4.2 настоящей методики.

Для автоматического расчета и сохранения коэффициентов индивидуальной градуировочной характеристики и погрешности ИК после выполнения всех циклов измерений в контрольных точках нажать на экране клавиши «Рассчитать» и «Сохранить».

8.5.5 Определение погрешности таймера системы (см. схему на рисунке Б5.1 в Приложении Б5)

8.5.5.1 Провести сброс на «0» показаний таймера системы нажатием клавиши «Сброс» на экране монитора.

8.5.5.2 Установить в окне «Заданный интервал времени» на экране монитора значение 600 с.

8.5.5.3 Запустить таймер системы нажатием клавиши «Пуск» на экране монитора.

8.5.5.4 По истечении заданного интервала времени таймер системы останавливается, а на дисплей эталонного таймера выводится измеренная длительность импульса, сформированного от момента пуска до момента останова таймера. Записать в таблицу протокола поверки (см. Приложение Б.8) показания таймера системы ($T_{сист}$) и эталонного таймера ($T_{этал}$).

8.5.5.5 Повторить действия пунктов 8.5.5.1 ... 8.5.5.4 еще четыре раза.

Примечание – Обработка результатов измерений, полученных при поверке таймера системы, выполняется в соответствии с п. 9.5 настоящей методики.

9 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Обработка результатов измерений при поверке ИК частоты вращения

9.1.1 Обработка результатов контроля стабильности градуировочной характеристики ИК (выполняется при периодической поверке)

Проверить выполнение критериев стабильности градуировочной характеристики:

$$|x_{jM} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*, \text{ об/мин,} \quad (9.1.1a)$$

$$|x_{jB} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*, \text{ об/мин,} \quad (9.1.1b)$$

где x_j – задаваемые эталонные значения частоты вращения в контрольных точках;

x_{jM} , x_{jB} – выведенные на экран монитора результаты измерений частоты вращения (об/мин) в контрольных точках при прямом и обратном ходе цикла измерений;

Δ^* – предел допускаемой абсолютной погрешности ИК частоты вращения.

9.1.2 Обработка результатов градуировки ИК

9.1.2.1 Массивы измеренных значений напряжения сигналов (y_{jkM} , y_{jkB}) предварительно обработать на предмет устранения грубых промахов. Провести исключение аномальных результатов наблюдений. При этом использовать критерий оценки аномальности результатов наблюдений при неизвестном генеральном среднем квадратическом отклонении, изложенный в «Справочном пособии для работников метрологических служб» (книга 1, 3-е издание, 1990 г., авторы - Б. Г. Артемьев и С. М. Голубев).

9.1.2.2 Вычислить среднее значение результатов измерений напряжения сигналов в каждой j -той контрольной точке:

$$y_j = \frac{y_{jM} + y_{jB}}{2}, \text{ В,} \quad (9.1.2)$$

$$\text{где } y_{jM} = \frac{\sum_{\gamma} \sum_k y_{jkM}}{l \cdot m} \quad (9.1.3a), \quad y_{jB} = \frac{\sum_{\gamma} \sum_k y_{jkB}}{l \cdot m} \quad (9.1.3b)$$

9.1.2.3 С использованием средних значений результатов измерений напряжения сигналов в контрольных точках вычислить методом наименьших квадратов индивидуальную функцию преобразования ИК (градуировочную характеристику):

$$x = a_0 + a_1 \cdot y, \text{ Гц} \quad (9.1.4)$$

9.1.2.4 Вычислить систематическую составляющую абсолютной погрешности измерения в каждой j -той контрольной точке:

$$\bar{\Delta}'_{cj} = |a_0 + a_1 \cdot y_j - x_j|, \text{ Гц,} \quad (9.1.5)$$

где x_j – задаваемое значение частоты эталонного сигнала в j -той контрольной точке.

Далее вычисленное значение $\bar{\Delta}'_{cj}$ преобразовать по формуле (1.1) в значение $\bar{\Delta}_{cj}$, выраженное в физических единицах измерения частоты вращения (об/мин).

9.1.2.5 Вычислить вариацию в каждой j -той контрольной точке:

$$b'_j = |x_{jM} - x_{jB}|, \text{ Гц,} \quad (9.1.6)$$

где $x_{jM} = a_0 + a_1 \cdot y_{jM}$, $x_{jB} = a_0 + a_1 \cdot y_{jB}$

Далее вычисленное значение b'_j преобразовать по формуле (1.1) в значение b_j , выраженное в физических единицах измерения частоты вращения (об/мин).

9.1.2.6 Вычислить оценку среднего квадратического отклонения в каждой j -той контрольной точке:

$$S'_j(\Delta^\circ) = \sqrt{\frac{\sum_{\gamma} \sum_k (x_{jk\gamma M} - x_{jM})^2 + (x_{jk\gamma B} - x_{jB})^2}{2 \cdot l \cdot m - 1}}, \text{ Гц}, \quad (9.1.7)$$

где $x_{jk\gamma M} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma M}$, $x_{jk\gamma B} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma B}$

Далее вычисленное значение $S'_j(\Delta^\circ)$ преобразовать по формуле (1.1) в значение $S_j(\Delta^\circ)$, выраженное в физических единицах измерения частоты вращения (об/мин).

9.1.2.7 Для каждой j-той контрольной точки вычислить границу суммы неисключенных систематических погрешностей Θ_j :

$$\Theta_j = 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{Cj}^2 + \left(\frac{b_j}{2}\right)^2} + \Delta_{C1}^2 + \Delta_{C2}^2, \text{ об/мин}, \quad (9.1.8)$$

где Δ_{C1} – предел абсолютной погрешности рабочего эталона в единицах измерения частоты вращения (об/мин), который принимается постоянным и рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{C1} = \delta \cdot x_n, \text{ об/мин}, \quad (9.1.9)$$

где δ - относительная погрешность установки частоты сигнала генератора АКИП-3413/2;

x_n - верхний предел измерений частоты вращения для поверяемого ИК, об/мин.

Δ_{C2} - предел абсолютной погрешности датчика частоты вращения в единицах измерения частоты вращения (об/мин), который принимается постоянным и рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{C2} = \frac{\delta_d \cdot x_n}{100}, \text{ об/мин}, \quad (9.1.10)$$

где δ_d - относительная погрешность датчика частоты вращения, %;

Примечание – Здесь и далее – для ИК всех типов, если в формуле для расчета Θ_j наибольшая составляющая погрешности в десять или более раз превышает каждую из остальных составляющих, то значение Θ_j принимается равным наибольшей составляющей.

9.1.2.8 Оценить границы суммарной абсолютной погрешности $\bar{\Delta}_j$ в каждой j-той контрольной точке следующим образом:

- Определить $K = \frac{\Theta_j}{S_j(\Delta^\circ)}$ (9.1.11)

- Если $K > 8$, то $\bar{\Delta}_j = \Theta_j$ (9.1.12)

- Если $K < 0,8$, то $\bar{\Delta}_j = t \cdot S_j(\Delta^\circ)$ (9.1.13)

- Если $0,8 \leq K \leq 8,0$, то $\bar{\Delta}_j = \sqrt{\frac{\Theta_j^2}{3} + S_j^2(\Delta^\circ)} \cdot \left(\frac{t \cdot S_j(\Delta^\circ) + \Theta_j}{S_j(\Delta^\circ) + \sqrt{\frac{\Theta_j^2}{3}}} \right)$ (9.1.14)

где t - коэффициент Стьюдента, который определяется при доверительной вероятности $P = 0,95$ для $\nu = 2 \cdot l \cdot m - 1$ в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 (приложение Д).

9.1.2.9 Пределы абсолютной погрешности ИК $\bar{\Delta}$ принимать равными максимальному значению погрешности $\bar{\Delta}_j$ из всех контрольных точек:

$$\bar{\Delta} = \pm \bar{\Delta}_{j_{\max}}, \text{ об/мин} \quad (9.1.15)$$

9.1.2.10 Вычислить пределы приведенной погрешности ИК:

$$\gamma = \pm \frac{\bar{\Delta} \cdot 100}{x_n}, \%, \quad (9.1.16)$$

где x_n – верхний предел измерений поверяемого ИК частоты вращения, об/мин.

9.1.2.11 ИК частоты вращения признаётся годным к применению по назначению в составе системы, а его метрологические характеристики соответствуют метрологическим требованиям, если его приведенная погрешность, определенная по формуле 9.1.16 не превышает допускаемого значения, указанного в таблице А.1 в Приложении А.

9.2 Обработка результатов измерений при поверке ИК крутящего момента силы

9.2.1 Обработка результатов контроля стабильности градуировочной характеристики ИК (выполняется при периодической поверке)

Проверить выполнение критериев стабильности градуировочной характеристики (см. п. 9.1.1).

9.2.2 Обработка результатов градуировки ИК

9.2.2.1 Массивы измеренных значений напряжения эталонных сигналов $y_{jk\gamma M}$, $y_{jk\gamma B}$ предварительно обработать на предмет устранения грубых промахов (см. п. 9.1.2.1).

9.2.2.2 Вычислить среднее значение результатов измерений напряжения сигналов в каждой j -той контрольной точке по формуле 9.1.2.

9.2.2.3 С использованием средних значений результатов измерений напряжения сигналов в контрольных точках вычислить методом наименьших квадратов индивидуальную функцию преобразования ИК (градуировочную характеристику):

$$x = a_0 + a_1 \cdot y, \text{ В} \quad (9.2.1)$$

9.2.2.4 Вычислить систематическую составляющую абсолютной погрешности измерения $\bar{\Delta}'_{cj}$ в каждой j -той контрольной точке:

$$\bar{\Delta}'_{cj} = |a_0 + a_1 \cdot y_j - x_j|, \text{ В}, \quad (9.2.2)$$

где x_j – задаваемое значение напряжения эталонного сигнала в j -той контрольной точке, В.

Далее вычисленное значение $\bar{\Delta}'_{cj}$ преобразовать по формуле (1.3) в значение $\bar{\Delta}_{cj}$, выраженное в физических единицах измерения крутящего момента силы (кгс·м).

9.2.2.5 Вычислить вариацию b_j в каждой j -той контрольной точке:

$$b'_j = |x_{jM} - x_{jB}|, \text{ В}, \quad (9.2.3)$$

где $x_{jM} = a_0 + a_1 \cdot y_{jM}$, $x_{jB} = a_0 + a_1 \cdot y_{jB}$

Далее вычисленное значение b'_j преобразовать по формуле (1.3) в значение b_j , выраженное в физических единицах измерения крутящего момента силы (кгс·м).

9.2.2.6 Вычислить оценку среднего квадратического отклонения в каждой j -той контрольной точке:

$$S'_j(\Delta) = \sqrt{\frac{\sum_{\gamma} \sum_k (x_{jk\gamma M} - x_{jM})^2 + (x_{jk\gamma B} - x_{jB})^2}{2 \cdot l \cdot m - 1}}, \text{ В}, \quad (9.2.4)$$

где $x_{jk\gamma M} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma M}$, $x_{jk\gamma B} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma B}$

Далее вычисленное значение $S'_j(\Delta^\circ)$ преобразовать по формуле (1.3) в значение $S_j(\Delta^\circ)$, выраженное в физических единицах измерения крутящего момента силы (кгс·м).

9.2.2.7 Для каждой j-той контрольной точки вычислить границу суммы неисключенных систематических погрешностей Θ_j :

$$\Theta_j = 1,1 \cdot \sqrt{\overline{\Delta^2}_{C_j} + \left(\frac{b_j}{2}\right)^2 + \Delta^2_{C1} + \Delta^2_{C2}}, \text{ кгс}\cdot\text{м}, \quad (9.2.5)$$

где Δ_{C1} – предел абсолютной погрешности рабочего эталона в единицах измерения крутящего момента силы (кгс·м), который принимается постоянным и определяется следующим образом:

- рассчитать (с использованием формулы погрешности, приведенной в руководстве пользователя калибратора универсального FLUKE 9100E при воспроизведении напряжения постоянного тока до 32 В) абсолютную погрешность Δ_U калибратора для воспроизводимой величины, равной номинальному значению напряжения сигнала датчика крутящего момента силы (U_{cn}):

$$\Delta_U = (0,000065 \cdot U_{cn} + 0,000416), \text{ В} \quad (9.2.6)$$

- рассчитать предел погрешности Δ_{C1} по формуле:

$$\Delta_{C1} = K_\delta \cdot \Delta_U, \text{ кгс}\cdot\text{м}, \quad (9.2.7)$$

где K_δ - коэффициент передачи сигнала датчика крутящего момента силы (см. раздел 1).

Δ_{C2} – предел дополнительной абсолютной погрешности датчика крутящего момента силы, кгс·м, который принимается постоянным и определяется по формуле:

$$\Delta_{C2} = \frac{M_{\text{дн}} \cdot \gamma_{U\delta}}{100}, \text{ кгс}\cdot\text{м} \quad (9.2.8)$$

где $M_{\text{дн}}$ - номинальный крутящий момент датчика;

$\gamma_{U\delta}$ - погрешность сигнала напряжения датчика, приведенная к его номинальному значению.

Примечания

1 Для датчика крутящего момента типа T40B-005R $\gamma_{U\delta} = 0,1 \%$.

2 Для датчика крутящего момента типа T10FS-005R $\gamma_{U\delta} = 0,2 \%$.

9.2.2.8 Оценить границы суммарной абсолютной погрешности $\overline{\Delta}_j$ в каждой j-той контрольной точке (см. п. 9.1.2.8).

9.2.2.9 Пределы абсолютной погрешности ИК $\overline{\Delta}$ принимать равными максимальному значению погрешности $\overline{\Delta}_j$ из всех контрольных точек.

9.2.2.10 Вычислить по формуле 9.1.16 пределы приведенной погрешности ИК (где x_n – верхний предел измерений поверяемого ИК крутящего момента силы, кгс·м).

9.2.2.11 ИК крутящего момента силы признаётся годным к применению по назначению в составе системы, а его метрологические характеристики соответствуют метрологическим требованиям, если его приведенная погрешность, определенная по формуле 9.1.16 не превышает допускаемого значения, указанного в таблице А.2 в Приложении А.

9.3 Обработка результатов измерений при поверке ИК силы

9.3.1 Обработка результатов контроля стабильности градуировочной характеристики ИК (выполняется при периодической поверке)

Проверить выполнение критериев стабильности градуировочной характеристики (см. п. 9.1.1).

9.3.2 Обработка результатов градуировки ИК

9.3.2.1 Массивы измеренных значений напряжения эталонных сигналов $y_{jk\gamma M}$, $y_{jk\gamma B}$ предварительно обработать на предмет устранения грубых промахов (см. п. 9.1.2.1).

9.2.2.2 Вычислить среднее значение результатов измерений напряжения сигналов от датчика силы в каждой j-той контрольной точке по формуле 9.1.2.

9.3.2.3 С использованием средних значений результатов измерений напряжения сигналов от датчика силы в контрольных точках вычислить методом наименьших квадратов индивидуальную функцию преобразования ИК (градуировочную характеристику):

$$x = a_0 + a_1 \cdot y, \text{ кгс} \quad (9.3.1)$$

9.3.2.4. Вычислить систематическую составляющую абсолютной погрешности измерения в каждой j-той контрольной точке:

$$\bar{\Delta}_{cj} = |a_0 + a_1 \cdot y_j - x_j|, \text{ кгс}, \quad (9.3.2)$$

где x_j – задаваемое эталонное значение силы в j-той контрольной точке, кгс.

9.3.2.5. Вычислить вариацию в каждой j-той контрольной точке:

$$b_j = |x_{jM} - x_{jB}|, \text{ кгс}, \quad (9.3.3)$$

где $x_{jM} = a_0 + a_1 \cdot y_{jM}$, $x_{jB} = a_0 + a_1 \cdot y_{jB}$

9.3.2.6 Вычислить оценку среднего квадратического отклонения в каждой j-той контрольной точке:

$$S_j(\Delta^\circ) = \sqrt{\frac{\sum_y \sum_k ((x_{jk\gamma M} - x_{jM})^2 + (x_{jk\gamma B} - x_{jB})^2)}{2 \cdot l \cdot m - 1}}, \text{ кгс}, \quad (9.3.4)$$

где $x_{jk\gamma M} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma M}$, $x_{jk\gamma B} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma B}$

9.3.2.7 В каждой j-той контрольной точке вычислить границу суммы неисключенных систематических погрешностей Θ_j :

$$\Theta_j = 1,1 \cdot \sqrt{\bar{\Delta}_{Cj}^2 + \left(\frac{b_j}{2}\right)^2 + \Delta_{C1}^2 + \Delta_{C2}^2}, \text{ кгс}, \quad (9.3.5)$$

где Δ_{C1} – предел абсолютной погрешности рабочего эталона, который принимается постоянным и рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{C1} = \frac{\delta_\delta \cdot x_n}{100}, \text{ кгс}, \quad (9.3.6)$$

где δ_δ - относительная погрешность эталонного динамометра, %;

x_n - верхний предел измерений поверяемого ИК силы, кгс;

Δ_{C2} - предел дополнительной абсолютной погрешности, вызванной изменением температуры датчика силы, который имеет две составляющие и рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{C2} = \sqrt{\Delta_{C2PKП}^2 + \Delta_{C2НКП}^2}, \text{ кгс} \quad (9.3.7)$$

где Δ_{C2PKP} - предел дополнительной абсолютной погрешности, вызванной влиянием температуры на рабочий коэффициент передачи (РКП) датчика силы, который принимается постоянным и рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{C2PKP} = \frac{x_n \cdot \delta_{T_{PKP}} \cdot 0,1 \cdot \Delta T_{max}}{100}, \text{ кгс}, \quad (9.3.8)$$

где $\delta_{T_{PKP}}$ – предельно допустимое относительное изменение рабочего коэффициента передачи датчика силы, вызванное изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С (из паспорта датчика);

ΔT_{max} – максимальный возможное отклонение температуры окружающей среды при эксплуатации ИК от температуры при его поверке;

Δ_{C2HKP} - предел дополнительной абсолютной погрешности, вызванной влиянием температуры на начальный коэффициент передачи (НКП) датчика силы, который принимается постоянным и рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{C2HKP} = \frac{\left(\frac{HKP}{PKP}\right) \cdot F_{дн} \cdot \delta_{T_{HKP}} \cdot 0,1 \cdot \Delta T_{max}}{100}, \text{ кгс}, \quad (9.3.9)$$

где $\left(\frac{HKP}{PKP}\right)$ - предельное значение отношения начального коэффициента передачи датчика силы к его рабочему коэффициенту передачи;

$F_{дн}$ - номинальное значение силы (верхний предел измерений) датчика силы, кгс;

$\delta_{T_{HKP}}$ - предельно допустимое относительное изменение (%) начального коэффициента передачи датчика силы, вызванное изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С.

Примечания

1 Для ИК с датчиком силы типа U2B-5kN ($P_{дн} = 500$ кгс, $\delta_{T_{PKP}} = 0,1$ %, $\delta_{T_{HKP}} = 0,05$ %, $\left(\frac{HKP}{PKP}\right) = 0,01$), при $x_n = 350$ кгс и $\Delta T_{max} = 20$ °С, имеем:

$\left(\frac{HKP}{PKP}\right) = 0,01$), при $x_n = 350$ кгс и $\Delta T_{max} = 20$ °С, имеем:

$$\Delta_{C2PKP} = \frac{350 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 20}{100} = 0,7 \text{ кгс}$$

$$\Delta_{C2HKP} = \frac{0,01 \cdot 500 \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot 20}{100} = 0,005 \text{ кгс}$$

$$\Delta_{C2} = \sqrt{0,7^2 + 0,005^2} \approx 0,7 \text{ кгс}$$

2 Для ИК с датчиком силы типа U2B-20kN ($P_{дн} = 2000$ кгс, $\delta_{T_{PKP}} = 0,1$ %, $\delta_{T_{HKP}} = 0,05$ %, $\left(\frac{HKP}{PKP}\right) = 0,01$), при $x_n = 2000$ кгс и $\Delta T_{max} = 20$ °С, имеем:

$\delta_{T_{HKP}} = 0,05$ %, $\left(\frac{HKP}{PKP}\right) = 0,01$), при $x_n = 2000$ кгс и $\Delta T_{max} = 20$ °С, имеем:

$$\Delta_{C2PKP} = \frac{2000 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 20}{100} = 4 \text{ кгс}$$

$$\Delta_{C2HKP} = \frac{0,01 \cdot 2000 \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot 20}{100} = 0,02 \text{ кгс}$$

$$\Delta_{C2} = \sqrt{4^2 + 0,02^2} \approx 4 \text{ кгс}$$

9.3.2.8 Оценить границы суммарной абсолютной погрешности $\bar{\Delta}_j$ в каждой j-той контрольной точке (см. п. 9.1.2.8).

9.3.2.9 Пределы абсолютной погрешности ИК $\bar{\Delta}$ принимать равными максимальному значению погрешности $\bar{\Delta}_j$ из всех контрольных точек.

9.3.2.10 Вычислить по формуле 9.1.2 пределы приведенной погрешности ИК (где x_n – верхний предел измерений поверяемого ИК силы, кгс).

9.3.2.11 ИК силы признаётся годным к применению по назначению в составе системы, а его метрологические характеристики соответствуют метрологическим требованиям, если его приведенная погрешность, определенная по формуле 9.1.16 не превышает допускаемого значения, указанного в таблице А.3 в Приложении А.

9.4 Обработка результатов измерений при поверке ИК напряжения, силы и мощности переменного электрического тока

9.4.1 Обработка результатов контроля стабильности градуировочной характеристики ИК (выполняется при периодической поверке)

Проверить выполнение критериев стабильности градуировочной характеристики (см. п. 9.1.1).

9.4.2 Обработка результатов градуировки ИК напряжения и силы переменного тока

9.4.2.1 Для каждой группы из n мгновенных значений сигналов переменного тока (напряжения) в j -той контрольной точке, измеренных за промежуток времени, равный одному периоду колебаний сигнала, при прямом и обратном ходе цикла градуировки, вычислить действующее значение сигналов:

$$y_{jk\gamma M} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T y_{i\ jk\gamma M}^2 dt} \approx \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{i\ jk\gamma M}^2} \quad (9.4.1a)$$

$$y_{jk\gamma B} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T y_{i\ jk\gamma B}^2 dt} \approx \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{i\ jk\gamma B}^2} \quad (9.4.16)$$

Примечания

1 При частоте измерений $f_{изм} = 100 \cdot 10^3 \text{ Гц}$ и частоте сигнала тока (напряжения) $f_c = 400 \text{ Гц}$, число измерений, выполненных за промежуток времени, равный одному периоду колебаний тока (напряжения) T , составляет: $n = 250$.

2 Сигнал на выходе датчика тока имеет размерность напряжения (В).

9.4.2.2 Массивы вычисленных действующих значений сигналов тока (напряжения) в контрольных точках за один период колебаний ($y_{jk\gamma M}$, $y_{jk\gamma B}$) предварительно обработать на предмет устранения грубых промахов (см. п. 9.1.2.1).

9.4.2.3 Вычислить по формуле 9.1.2 среднюю величину действующего значения сигнала тока (напряжения) в каждой j -той контрольной точке.

9.4.2.4 С использованием средних значений сигналов тока (напряжения) в контрольных точках вычислить методом наименьших квадратов индивидуальную функцию преобразования ИК (градуировочную характеристику):

$$x = a_0 + a_1 \cdot y, \text{ А (В)} \quad (9.4.2)$$

9.4.2.5 Вычислить систематическую составляющую абсолютной погрешности измерений силы тока (напряжения) в каждой j -той контрольной точке:

$$\bar{\Delta}_{cj} = |a_0 + a_1 \cdot y_j - x_j|, \text{ А (В)}, \quad (9.4.3)$$

где x_j – эталонное значение тока (напряжения) в j -той контрольной точке.

9.4.2.6 Вычислить вариацию b_j в каждой j -той контрольной точке:

$$b_j = |x_{jM} - x_{jB}|, \text{ A (B)}, \quad (9.4.4)$$

где $x_{jM} = a_0 + a_1 \cdot y_{jM}$, $x_{jB} = a_0 + a_1 \cdot y_{jB}$

9.4.2.7 Вычислить оценку среднего квадратического отклонения тока (напряжения) в каждой j-той контрольной точке:

$$S_j(\Delta^\circ) = \sqrt{\frac{\sum_y \sum_k (x_{jk\gamma M} - x_{jM})^2 + (x_{jk\gamma B} - x_{jB})^2}{2 \cdot l \cdot m - 1}}, \text{ A (B)}, \quad (9.4.5)$$

где $x_{jk\gamma M} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma M}$, $x_{jk\gamma B} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma B}$

8.4.2.8 В каждой j-той контрольной точке вычислить границу суммы неисключенных систематических погрешностей Θ_j :

а) для ИК тока:

$$\Theta_j = 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{Cj}^2 + \left(\frac{b_j}{2}\right)^2 + \Delta_{C1}^2 + \Delta_{C2}^2}, \text{ A}, \quad (9.4.6)$$

где Δ_{C1} – предел абсолютной погрешности ИК тока, вызванной погрешностью рабочего эталона (калибратора универсального FLUKE 9100E), который принимается постоянным и определяется следующим образом:

- рассчитать значение сигнала тока на входе ИК (I_{cn}), соответствующее верхнему пределу измерений ИК (x_n):

$$I_{cn} = \frac{x_n}{k_{TT}}, \text{ A}, \quad (9.4.7)$$

где k_{TT} - коэффициент трансформации трансформатора тока, применяемого в качестве первичного преобразователя тока в составе ИК;

- рассчитать (с использованием формулы погрешности, приведенной в руководстве пользователя калибратора универсального FLUKE 9100E) абсолютную погрешность Δ_I калибратора для воспроизводимой величины, равной значению сигнала I_{cn} :

$$\Delta_I = (I_{cn} \cdot 0,001 + 0,00048), \text{ A} \quad (9.4.8)$$

- рассчитать предел абсолютной погрешности измерения тока, вызванный погрешностью рабочего эталона:

$$\Delta_{C1} = \Delta_I \cdot k_{TT}, \text{ A} \quad (9.4.9)$$

Δ_{C2} - предел абсолютной погрешности трансформатора тока, который принимается постоянным и рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{C2} = \frac{x_n \cdot \delta_{TT}}{100}, \text{ A}, \quad (9.4.10)$$

где δ_{TT} - погрешность входящего в состав ИК измерительного трансформатора тока (%).

б) для ИК напряжения:

$$\Theta_j = 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{Cj}^2 + \left(\frac{b_j}{2}\right)^2 + \Delta_{C1}^2}, \text{ B}, \quad (9.4.11)$$

где Δ_{C1} - предел абсолютной погрешности рабочего эталона (калибратора универсального FLUKE 9100E), который принимается постоянным и определяется (с использованием формулы погрешности при воспроизведении напряжения переменного тока до 320 В, приведенной в руководстве пользователя калибратора) для воспроизводимой величины, соответствующей верхнему пределу измерений ИК ($U = x_n$):

$$\Delta_{C1} = (U \cdot 0,0005 + 0,0192) , В \quad (9.4.12)$$

9.4.2.9 Оценить границы суммарной абсолютной погрешности $\bar{\Delta}_j$ в каждой j-той контрольной точке (см. п. 9.1.2.8).

9.4.2.10 Пределы абсолютной погрешности ИК напряжения и силы переменного тока $\bar{\Delta}$ принимать равными максимальному значению погрешности $\bar{\Delta}_j$ из всех контрольных точек.

9.4.2.11 Вычислить по формуле 9.1.16 пределы приведенной погрешности ИК напряжения и силы переменного тока (где x_n – верхний предел измерений поверяемого ИК силы тока или напряжения, А (В)).

9.4.2.12 ИК напряжения (силы) переменного тока признаётся годным к применению по назначению в составе системы, а его метрологические характеристики соответствуют метрологическим требованиям, если его приведенная погрешность, определенная по формуле 9.1.16 не превышает допустимого значения, указанного в таблице А.4 в Приложении А.

9.4.3 Расчет погрешности измерения мощности в трехфазной цепи переменного тока

9.4.3.1 Вычислить пределы приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений активной мощности в трехфазной цепи переменного тока (γ_p) по формуле:

$$\gamma_p = \pm \sqrt{\gamma_{U_{cp}}^2 + \gamma_{I_{cp}}^2} , \% , \quad (9.4.13)$$

где $\gamma_{U_{cp}}$ - среднее значение погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений, рассчитанное из трех значений, определенных для каждого из соответствующих ИК фазного напряжения переменного тока;

$\gamma_{I_{cp}}$ - среднее значение погрешности, приведенной к верхнему пределу измерений, рассчитанное из трех значений, определенных для каждого из соответствующих ИК силы переменного тока в трех фазах.

Примечания

1 Активная мощность в каждой фазе трехфазной цепи нагрузки генератора переменного тока ($P_{A,B,C}$) определяется расчетным путем, с использованием одновременно измеренных мгновенных значений фазного напряжения на клеммах генератора (u, V) и тока нагрузки (i, A):

$$P_{A,B,C} = \frac{1}{T} \int_0^T u i dt \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_i i_i , Вт , \quad (9.4.14)$$

где $n = 250$ – число мгновенных значений напряжения и тока, измеренных за промежуток времени, равный одному периоду колебаний T .

2 Активная мощность в трехфазной цепи нагрузки генератора переменного тока ($P_{3ф}$) определяется как сумма одновременно рассчитанных значений фазной мощности:

$$P_{3ф} = (P_A + P_B + P_C) \cdot 10^{-3} , кВт \quad (9.4.15)$$

3 Верхний предел измерений активной мощности нагрузки в трехфазной цепи генератора переменного тока ($P_{3ф \max}$) определяется как произведение верхних пределов измерений фазного напряжения на клеммах генератора ($U_{ф \max}$) и фазного тока нагрузки генератора ($I_{ф \max}$) – при максимальном значении $\cos \varphi = 1$:

$$P_{3ф \max} = (3 \cdot U_{ф \max} \cdot I_{ф \max}) \cdot 10^{-3} , кВт \quad (9.4.16)$$

9.4.3.2 ИК мощности переменного тока признаётся годным к применению по назначению в составе системы, а его метрологические характеристики соответствуют метрологическим требованиям, если его приведенная погрешность, определенная по

формуле 9.4.13 не превышает допускаемого значения, указанного в таблице А.4 в Приложении А.

9.5 Обработка результатов измерений при поверке таймера системы

9.5.1 Определить абсолютные значения разности показаний эталонного таймера (измеренная длительность импульса) и таймера системы для пяти измерений интервалов времени длительностью 600 секунд и занести их в таблицу протокола поверки:

$$|\Delta T_i| = |T_{\text{этал}_i} - T_{\text{сист}_i}|, \text{ с} \quad (9.5.1)$$

где $T_{\text{этал}_i}$ – показание эталонного таймера;

$T_{\text{сист}_i}$ – показание поверяемого таймера системы;

i – индекс номера наблюдений.

9.5.2 Определить среднее абсолютное значение разности показаний эталонного таймера и таймера системы:

$$\Delta T = \pm \frac{\sum |\Delta T_i|}{5}, \text{ с}, \quad i = \overline{1,5}. \quad (9.5.2)$$

9.5.3 Определить погрешность таймера системы ($\Delta T_{\text{сист}}$) при измерении интервала времени 600 с:

$$\Delta T_{\text{сист}} = \sqrt{\Delta T_{\text{этал}}^2 + \Delta T^2}, \text{ с}, \quad (9.5.3)$$

где $\Delta T_{\text{этал}}$ – предел допускаемой погрешности измерения эталонного таймера в режиме измерения длительности импульса, который определяется по формуле:

$$\Delta T_{\text{этал}} \approx \pm \delta_{\text{этал}} \cdot T = \pm (10^{-6} \cdot 600) = \pm 0,0006 \text{ с} \quad (9.5.4)$$

где $\delta_{\text{этал}} = 10^{-6}$ – относительная погрешность эталонного таймера (внутреннего кварцевого генератора частотомера АКПП-5102, используемого в режиме измерения длительности импульса);

$T = 600 \text{ с}$ – измеряемый интервал времени.

9.5.4 ИК интервала времени признаётся годным к применению по назначению в составе системы, а его метрологические характеристики соответствуют метрологическим требованиям, если его погрешность, определенная по формуле 9.5.3 не превышает допускаемого значения, указанного в таблице А.5 в Приложении А.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МХ СИСТЕМЫ (ПОВЕРКИ)

10.1 Результаты определения МХ ИК системы оформить протоколом поверки по каждому ИК.

Протоколы поверки должны содержать следующие сведения:

- дату поверки и атмосферные условия;
- наименование ИК;
- диапазон измерений;
- средства поверки с указанием номера аттестата или свидетельства о поверке и срока действия;

значения мер в КТ ДИ ИК (измеряемые значения величин) и измеренные значения величин в этих КТ ДИ ИК (результат измерений);

- определение и оценку (подтверждение соответствия) МХ метрологическим требованиям;

- ФИО и подпись поверителя.

10.2 Рекомендуемые формы протоколов поверки ИК системы приведены в Приложениях В.1 – В.6 к настоящей методике поверки.

10.3 При удовлетворительных результатах поверки по заявлению владельца системы или лица, предъявившего систему на поверку, на систему наносится знак поверки, и (или) выдаётся свидетельство о поверке.

10.4 При отрицательных результатах поверки систему признают непригодной к применению и, по заявлению владельца системы или лица, предъявившего систему на поверку, выписывается извещение о непригодности к применению системы.

10.5 Сведения о результатах поверки АИИС передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений

Начальник 201 отд.
ФГУП ВНИИМС



И.М. Каширкина

Ведущий инженер 201 отд.
ФГУП ВНИИМС



С.Н. Чурилов

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

Метрологические характеристики ИК системы

Таблица А.1 – ИК частоты вращения

Измеряемая величина (наименование ИК)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений (ВП) погрешности измерений, %
1 Частота вращения ведомого вала хвостового редуктора	от 0 до 20 Гц (от 0 до 1200 об/мин)	$\pm 0,5$

Таблица А.2 – ИК крутящего момента силы

Измеряемая величина (наименование ИК)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений, %
1 Крутящий момент силы на ведомом валу хвостового редуктора	от 0 до 5 кН·м (от 0 до 510 кгс·м)	$\pm 0,5$

Таблица А.3 – ИК силы

Измеряемая величина (наименование ИК)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений, %
1 Осевая сила на ведомом валу хвостового редуктора	от 0 до 19,6 кН (от 0 до 2000 кгс)	$\pm 1,5$
2 Перезывающая сила на ведомом валу хвостового редуктора	от 0 до 3924 Н (от 0 до 400 кгс)	$\pm 1,5$

Таблица А.4 – ИК напряжения, силы и мощности переменного электрического тока

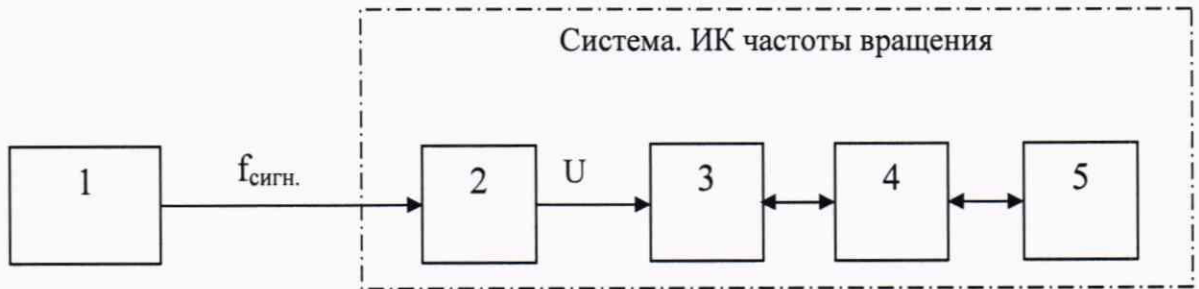
Измеряемая величина (наименование ИК)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений, %
1 Напряжение на клемме фазы А левого бортового генератора	от 0 до 135 В	$\pm 0,5$
2 Напряжение на клемме фазы В левого бортового генератора	от 0 до 135 В	$\pm 0,5$
3 Напряжение на клемме фазы С левого бортового генератора	от 0 до 135 В	$\pm 0,5$
4 Напряжение на клемме фазы А правого бортового генератора	от 0 до 135 В	$\pm 0,5$
5 Напряжение на клемме фазы В правого бортового генератора	от 0 до 135 В	$\pm 0,5$
6 Напряжение на клемме фазы С правого бортового генератора	от 0 до 135 В	$\pm 0,5$
7 Ток нагрузки фазы А левого бортового генератора	от 0 до 180 А	$\pm 1,0$

Продолжение таблицы А.4

Измеряемая величина (наименование ИК)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений, %
8 Ток нагрузки фазы В левого бортового генератора	от 0 до 180 А	$\pm 1,0$
9 Ток нагрузки фазы С левого бортового генератора	от 0 до 180 А	$\pm 1,0$
10 Ток нагрузки фазы А правого бортового генератора	от 0 до 180 А	$\pm 1,0$
11 Ток нагрузки фазы В правого бортового генератора	от 0 до 180 А	$\pm 1,0$
12 Ток нагрузки фазы С правого бортового генератора	от 0 до 180 А	$\pm 1,0$
13 Активная мощность нагрузки левого бортового генератора	от 0 до 72,9 кВт	$\pm 1,2$
14 Активная мощность нагрузки левого бортового генератора	от 0 до 72,9 кВт	$\pm 1,2$

Таблица А.5 – ИК интервала времени

Измеряемая величина (наименование ИК)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Интервал времени	от 0 до 600 с	$\pm 0,05$ с (для интервала времени 600 с)



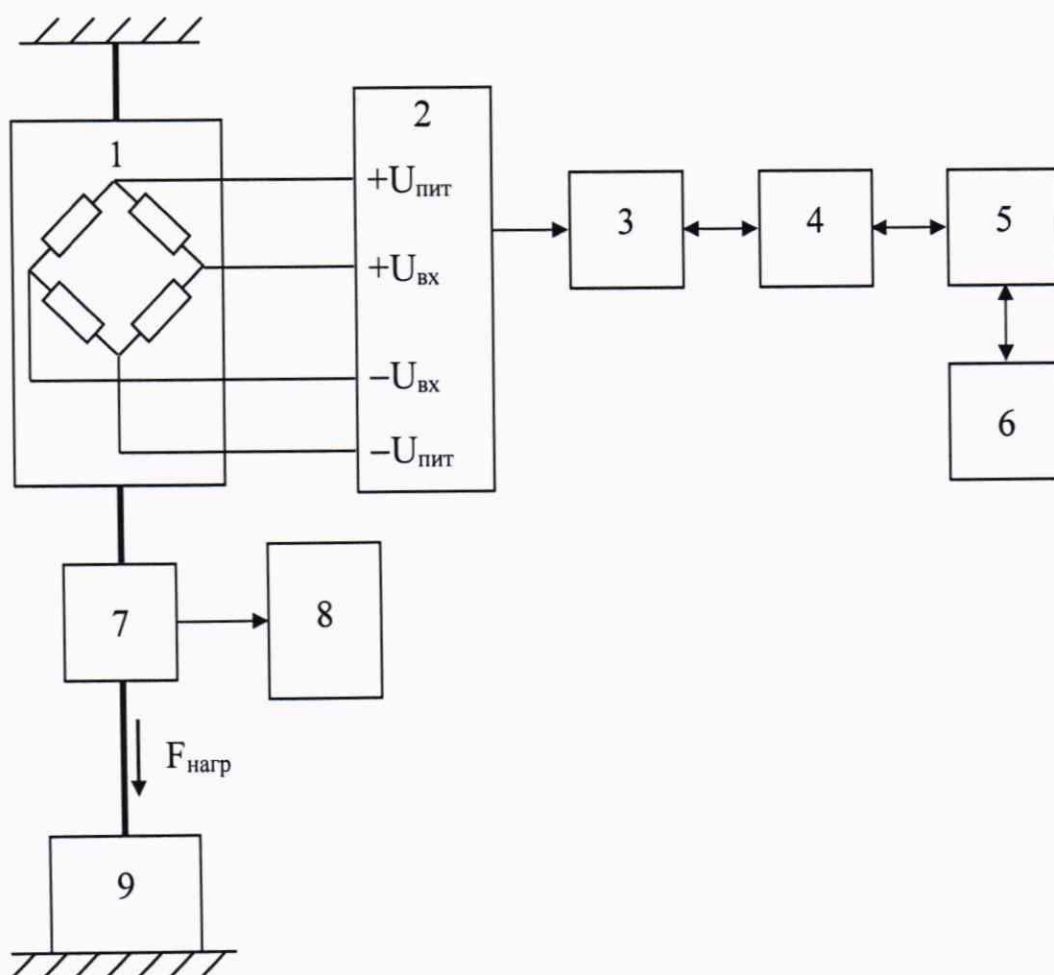
- 1 – генератор сигналов специальной формы АКПИ-3413/2 (рабочий эталон);
- 2 – измерительный преобразователь частоты SCM5B45-04D;
- 3 – измерительный модуль PXIe-6356;
- 4 - контроллер PXIe-8840;
- 5 - компьютер верхнего уровня

Рис. Б.1.1 – Функциональная схема поверки ИК частоты вращения



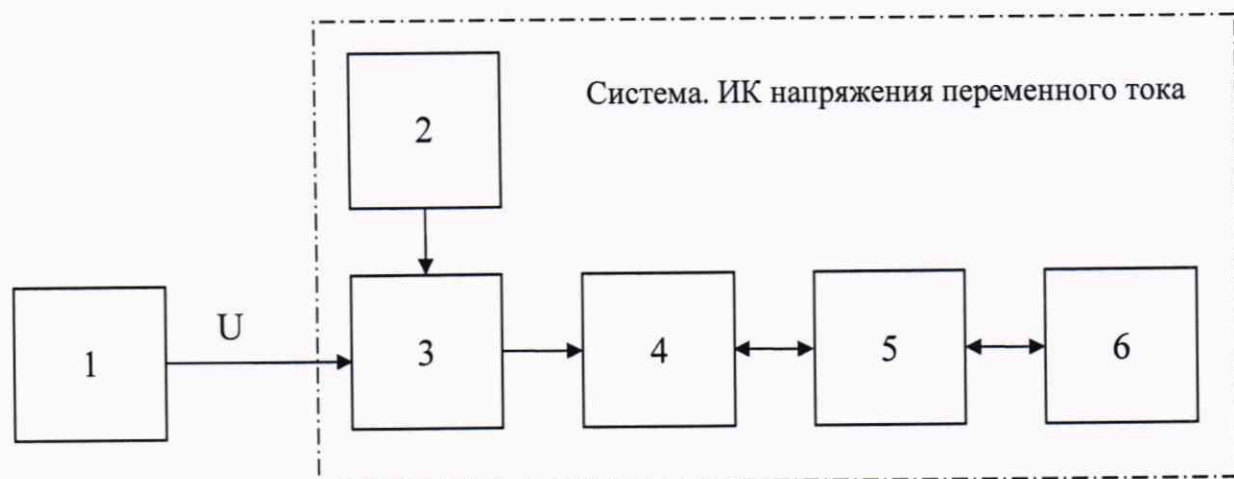
- 1 – калибратор универсальный FLUKE 9100E (рабочий эталон);
- 2 – измерительный модуль PXIe-6356;
- 3 – контроллер PXIe-8840;
- 4 – компьютер верхнего уровня.

Рисунок Б.2.1 – Функциональная схема поверки ИК крутящего момента силы



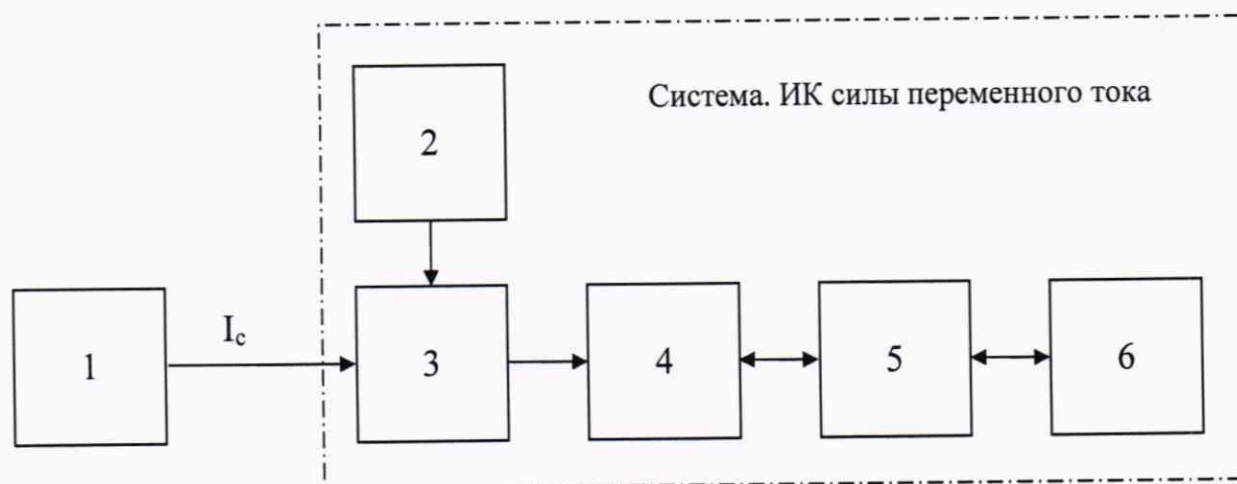
- 1 - датчик силы типа U2B;
- 2 - усилитель измерительный SCM5B38-05D;
- 3 - терминальный блок SCB-68A;
- 4 - измерительный модуль PXIe-6356;
- 5 - контроллер PXIe-8840;
- 6 - компьютер верхнего уровня;
- 7 - датчик силы эталонного динамометра АЦДУ-5И-1 (АЦДР-20/1И-1);
- 8 - измеритель эталонного динамометра;
- 9 - устройство нагружения Т6368-0807.

Рисунок Б.3.1 – Функциональная схема поверки ИК силы



- 1 - калибратор универсальный FLUKE 9100E (рабочий эталон);
- 2 - источники питания EP 1352-1SH02;
- 3 - датчик напряжения CV3-500 LEM;
- 4 - измерительный модуль PXI-6143;
- 5 - контроллер PXI-8840;
- 6 - компьютер верхнего уровня

Рисунок Б.4.1 – Функциональная схема поверки ИК напряжения переменного электрического тока



- 1 - калибратор универсальный FLUKE 9100E (рабочий эталон);
- 2 - источники питания EP 1352-1SH02;
- 3 - датчик тока LA 25-NP/SP11 LEM;
- 4 - измерительный модуль PXI-6143;
- 5 - контроллер PXI-8840;
- 6 - компьютер верхнего уровня

Рисунок Б.4.2 – Функциональная схема поверки ИК силы переменного электрического тока



- 1 – частотомер электронно-счетный АКИП-5102 в режиме измерения длительности импульсов (рабочий эталон);
- 2 - плата многофункциональная PXIe-6356 с каналами ввода/вывода дискретных сигналов;
- 3 – контроллер PXIe-8840 с таймером;
- 4 – компьютер верхнего уровня

Рисунок Б.5.1 – Функциональная схема поверки таймера системы

ПРИЛОЖЕНИЕ В.1 (рекомендуемое)
 Форма протокола поверки ИК частоты вращения

СПб ОАО «Красный Октябрь»
Система измерительная испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий
«СИИС-ХТ1»
ПРОТОКОЛ
 поверки измерительного канала №.....
«Частота вращения

- 1 Вид поверки.....
 2 Дата поверки.....
 3 Сведения о применяемом в составе ИК датчике частоты вращения:
 Тип Погрешность %
 4 Средства поверки
 4.1 Рабочий эталон

Наименование	Пределы измерений, Гц		Погрешность или класс точности
	нижний	верхний	

4.2 Вспомогательные средства: в соответствии с методикой поверки АЭ2-621.18.00 МП.

5 Условия поверки

5.1 Температура окружающего воздуха, °С:	
- в испытательном боксе	
- в кабине наблюдения	
5.2 Относительная влажность воздуха, %	
5.3 Атмосферное давление, мм рт. ст.	

6 Результаты экспериментальных исследований

- 6.1 Внешний осмотр:
- 6.2 Результаты опробования:

6.3 Результаты метрологических исследований

6.3.1 Условия исследования

Число ступеней измерений (контрольных точек)	
Число измерений в контрольной точке	
Число циклов измерений (прямой и обратный ход)	

6.3.2 Задаваемые эталонные сигналы в контрольных точках, Гц

--	--	--	--	--

Результаты метрологических исследований и рабочие материалы, содержащие данные по составляющим погрешности ИК, приведены в приложении к настоящему протоколу.
 Расчет аппроксимирующего полинома и погрешности ИК производится в соответствии с методикой поверки АЭ2-621.18.00 МП.

6.3.3 Коэффициенты аппроксимирующего полинома

a_0	a_1

Протокол поверки ИК № от 2

6.3.4 Погрешность ИК

Абсолютная погрешность, об/мин	
* Верхний предел измерений ИК, об/мин	
* Приведенная погрешность, %	

* Приведенная погрешность рассчитывается от верхнего предела измерений поверяемого ИК

7 Вывод

Погрешность измерительного канала «Частота вращения.....»
»
 при доверительной вероятности $P = 0,95$ не превышает допускаемого значения

Дата очередной поверки

Поверитель _____ (подпись, дата) _____ (ф.и.о.)

Протокол поверки ИК № от

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПОГРЕШНОСТИ

Номер контрольной точки	Задаваемые эталонные сигналы на входе ИК, Гц	Средние значения измеренных сигналов, В	Значения частоты сигнала на прямом ходу, Гц	Значения частоты сигнала на обратном ходу, Гц	Систематическая погрешность, об/мин	Вариация, об/мин	Среднеквадратическое отклонение, об/мин	Сумма неисключенных систематических погрешностей, об/мин	Коэффициент «К»	Абсолютная погрешность, об/мин
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Неисключенные составляющие систематической погрешности (в соответствии с п. 8.1.2.7 методики поверки АЭ2-621.18.00 МП):

Погрешность рабочего эталона $\Delta c_1 = \dots\dots\dots$ об/мин

Погрешность датчика частоты вращения $\Delta c_2 = \dots\dots\dots$ об/мин

Абсолютная погрешность ИК, об/мин	
Верхний предел измерений ИК, об/мин	
Приведенная погрешность ИК, %	

**Система измерительная испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий
«СИИС-ХТ1»**

Приложение к протоколу периодической поверки от

измерительного канала №

«Частота вращения

Результаты контроля стабильности градуировочной характеристики ИК

№ контр. точки	Эталонные значения		Результаты измерений, об/мин			
	Частота вращения	Сигнал	Прямой ход		Обратный ход	
	n , об/мин (x_j)	$*f$, Гц	x_{jM}	$ x_{jM} - x_j $	x_{jB}	$ x_{jB} - x_j $
1						
2						
3						
4						
5						

*Эталонные значения частоты сигнала на входе ИК (f , Гц), соответствующие эталонным значениям частоты вращения (n , об/мин), рассчитываются по формуле:

$$f = \frac{n}{K_\delta}, \text{ Гц, где } K_\delta = \dots\dots\dots \text{ об/мин/Гц} - \text{коэффициент передачи сигнала датчика}$$

частоты вращения, используемого в составе ИК.

Предел допускаемой абсолютной погрешности ИК: $\Delta^* = \dots\dots\dots$, об/мин

Критерии стабильности градуировочной характеристики:

$$|x_{jM} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*, \text{ об/мин,}$$

$$|x_{jB} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*, \text{ об/мин}$$

выполняются, не выполняются (ненужное зачеркнуть)

Поверитель _____ (подпись, дата) _____ (ф.и.о.)

ПРИЛОЖЕНИЕ В.2 (рекомендуемое)

Форма протокола поверки ИК крутящего момента силы

СПб ОАО «Красный Октябрь»

Система измерительная испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий

«СИИС-ХТ1»

ПРОТОКОЛ

поверки измерительного канала №.....

«Крутящий момент силы»

1 Вид поверки.....

2 Дата поверки.....

3 Сведения о применяемом в составе ИК датчике крутящего момента:

Тип: №

4 Средства поверки

4.1 Рабочий эталон

Наименование	Пределы измерений, В		Погрешность или класс точности
	нижний	верхний	

4.2 Вспомогательные средства: в соответствии с методикой поверки АЭ2-621.18.00 МП.

5 Условия поверки

5.1 Температура окружающего воздуха, °С:	
- в испытательном боксе	
- в кабине наблюдения	
5.2 Относительная влажность воздуха, %	
5.3 Атмосферное давление, мм рт. ст.	

6 Результаты экспериментальных исследований

6.1 Внешний осмотр:

6.2 Результаты опробования:

6.3 Результаты метрологических исследований

6.3.1 Условия исследования

Число ступеней измерений (контрольных точек)	
Число измерений в контрольной точке	
Число циклов измерений (прямой и обратный ход)	

6.3.2 Задаваемые эталонные сигналы в контрольных точках, В

--	--	--	--	--

Результаты метрологических исследований и рабочие материалы, содержащие данные по составляющим погрешности ИК, приведены в приложении к настоящему протоколу.

Расчет аппроксимирующего полинома и погрешности ИК производится в соответствии с методикой поверки АЭ2-621.18.00 МП.

6.3.3 Коэффициенты аппроксимирующего полинома

a_0	a_1

Протокол поверки ИК № от 2

6.3.4 Погрешность ИК

Абсолютная погрешность, кгс·м	
*Верхний предел измерений ИК, кгс·м	
*Приведенная погрешность, %	

* Приведенная погрешность рассчитывается от верхнего предела измерений поверяемого ИК

7 Вывод

Погрешность измерительного канала «Крутящий момент силы»
.....»
при доверительной вероятности $P = 0,95$ не превышает допускаемого значения

Дата очередной поверки

Поверитель _____ (подпись, дата) _____ (ф.и.о.)

Протокол поверки ИК № от

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПОГРЕШНОСТИ

Номер контрольной точки	Задаваемые эталонные сигналы на входе ИК, В	Средние значения измеренных сигналов, В	Значения напряжения сигнала по прямому ходу, В	Значения напряжения сигнала по полному на обратном ходу, В	Систематическая погрешность, кгс·м	Вариация, кгс·м	Среднеквадратическое отклонение, кгс·м	Сумма неисключенных систематических погрешностей, кгс·м	Коэффициент «К»	Абсолютная погрешность, кгс·м
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Неисключенные составляющие систематической погрешности (в соответствии с п. 8.2.2.7 методики поверки АЭ2-621.18.00 МП):

Погрешность рабочего эталона $\Delta c_1 = \dots\dots\dots$ кгс·м

Погрешность датчика крутящего момента силы $\Delta c_2 = \dots\dots\dots$ кгс·м

Абсолютная погрешность ИК, кгс·м	
Верхний предел измерений ИК, кгс·м	
Приведенная погрешность ИК, %	

**Система измерительная испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий
«СИИС-ХТ1»**

Приложение к протоколу периодической поверки от

измерительного канала №

«Крутящий момент силы

Результаты контроля стабильности градуировочной характеристики ИК

№ контр. точки	Эталонные значения		Результаты измерений, кгс·м			
	Крутящий момент силы	Сигнал	Прямой ход		Обратный ход	
	M , кгс·м (x_j)	$*U$, В	x_{jM}	$ x_{jM} - x_j $	x_{jB}	$ x_{jB} - x_j $
1						
2						
3						
4						
5						

*Эталонные значения напряжения сигнала на входе ИК (U , В), соответствующие эталонным значениям крутящего момента силы (M , кгс·м), рассчитываются по формуле:

$$U = \frac{M}{K_\delta}, \text{ В, где } K_\delta = \dots\dots\dots \text{ кгс·м /В} - \text{ коэффициент передачи сигнала датчика}$$

крутящего момента силы, используемого в составе ИК.

Предел допускаемой абсолютной погрешности ИК: $\Delta^* = \dots\dots\dots$ кгс·м

Критерии стабильности градуировочной характеристики:

$$|x_{jM} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*, \text{ кгс·м,}$$

$$|x_{jB} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*, \text{ кгс·м}$$

выполняются, не выполняются (ненужное зачеркнуть)

Поверитель _____

(подпись, дата)

(ф.и.о.)

ПРИЛОЖЕНИЕ В.3 (рекомендуемое)
 Форма протокола поверки ИК силы

СПб ОАО «Красный Октябрь»
Система измерительная испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий
«СИИС-ХТ1»
ПРОТОКОЛ
поверки измерительного канала №.....
«Сила

- 1 Вид поверки.....
 2 Дата поверки.....
 3 Сведения о применяемом в составе ИК датчике силы:
 Тип: №
- 4 Средства поверки
 4.1 Рабочий эталон

Наименование	Пределы измерений, кН		Погрешность или класс точности
	нижний	верхний	

- 4.2 Вспомогательные средства: в соответствии с методикой поверки АЭ2-621.18.00 МП.
 5 Условия поверки

5.1 Температура окружающего воздуха, °С:	
- в испытательном боксе	
- в кабине наблюдения	
5.2 Относительная влажность воздуха, %	
5.3 Атмосферное давление, мм рт. ст.	

- 6 Результаты экспериментальных исследований

6.1 Внешний осмотр:

6.2 Результаты опробования:

- 6.3 Результаты метрологических исследований

- 6.3.1 Условия исследования

Число ступеней измерений (контрольных точек)	
Число измерений в контрольной точке	
Число циклов измерений (прямой и обратный ход)	

- 6.3.2 Задаваемые значения эталонной силы в контрольных точках, кгс

--	--	--	--	--

Результаты метрологических исследований и рабочие материалы, содержащие данные по составляющим погрешности ИК, приведены в приложении к настоящему протоколу. Расчет аппроксимирующего полинома и погрешности ИК производится в соответствии с методикой поверки АЭ2-621.18.00 МП.

- 6.3.3 Коэффициенты аппроксимирующего полинома

a_0	a_1

Протокол поверки ИК № от 2

6.3.4 Погрешность ИК

Абсолютная погрешность, кгс	
*Верхний предел измерений ИК, кгс	
*Приведенная погрешность, %	

* Приведенная погрешность рассчитывается от верхнего предела измерений поверяемого ИК

7 Вывод

Погрешность измерительного канала «Сила»
»
 при доверительной вероятности $P = 0,95$ не превышает допускаемого значения

Дата очередной поверки

Поверитель _____ (подпись, дата) _____ (ф.и.о.)

Протокол поверки ИК № от

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПОГРЕШНОСТИ

Номер контрольной точки	Эталонные значения крутящего момента, кгс	Средние значения измеренных сигналов, В	Значения крутящего момента по полному на прямом ходу, кгс	Значения крутящего момента по полному на обратном ходу, кгс	Систематическая погрешность, кгс	Вариация, кгс	Среднеквадратическое отклонение, кгс	Сумма неисключенных систематических погрешностей, кгс	Коэффициент «К»	Абсолютная погрешность, кгс
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Неисключенные составляющие систематической погрешности (в соответствии с п. 8.3.2.7 методики поверки АЭ2-621.18.00 МП):

Погрешность рабочего эталона $\Delta c_1 = \dots\dots\dots$ кгс

Погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха $\Delta c_2 = \dots\dots\dots$ кгс

Абсолютная погрешность ИК, кгс	
Верхний предел измерений ИК, кгс	
Приведенная погрешность ИК, %	

**Система измерительная испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий
«СИИС-ХТ1»**

Приложение к протоколу периодической поверки от

измерительного канала №

«Сила

Результаты контроля стабильности градуировочной характеристики ИК

№ контр. точки	Эталонные значения силы, кгс x _j	Результаты измерений, кгс			
		Прямой ход		Обратный ход	
		x _{jM}	x _{jM} - x _j	x _{jB}	x _{jB} - x _j
1					
2					
3					
4					
5					

Предел допускаемой абсолютной погрешности ИК: $\Delta^* = \dots\dots\dots$ кгс

Критерии стабильности градуировочной характеристики:

$$|x_{jM} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*, \text{ кгс,}$$

$$|x_{jB} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*, \text{ кгс}$$

выполняются, не выполняются (ненужное зачеркнуть)

Поверитель _____

_____ (подпись, дата)

_____ (ф.и.о.)

ПРИЛОЖЕНИЕ В.4 (рекомендуемое)

Форма протокола поверки ИК напряжения и силы переменного электрического тока

СПб ОАО «Красный Октябрь»
Система измерительная испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий
«СИИС-ХТ1»
ПРОТОКОЛ
 поверки измерительного канала №.....
 «Напряжение (ток)

- 1 Вид поверки.....
 2 Дата поверки.....
 3 Сведения о применяемом в составе ИК измерительном трансформаторе (для ИК тока):
 Тип: $I_1/I_2 =$ Погрешность:
 4 Средства поверки
 4.1 Рабочий эталон

Наименование	Пределы измерений, В (А)		Погрешность или класс точности
	нижний	верхний	

4.2 Вспомогательные средства: в соответствии с методикой поверки АЭ2-621.18.00 МП.

5 Условия поверки

5.1 Температура окружающего воздуха, °С:	
- в испытательном боксе	
- в кабине наблюдения	
5.2 Относительная влажность воздуха, %	
5.3 Атмосферное давление, мм рт. ст.	

6 Результаты экспериментальных исследований

- 6.1 Внешний осмотр:

 6.2 Результаты опробования:

6.3 Результаты метрологических исследований

6.3.1 Условия исследования

Число ступеней измерений (контрольных точек)	
Число измерений в контрольной точке	
Число циклов измерений (прямой и обратный ход)	

6.3.2 Задаваемые эталонные сигналы в контрольных точках (действующее значение)
 (для ИК напряжения)

Напряжение, В					

(для ИК силы тока)

Сила тока, А					
Эталонный сигнал, А					

Результаты метрологических исследований и рабочие материалы, содержащие данные по составляющим погрешности ИК, приведены в приложении к настоящему протоколу. Расчет аппроксимирующего полинома и погрешности ИК производится в соответствии с методикой поверки АЭ2-621.18.00 МП.

Протокол поверки ИК № от

2

6.3.3 Коэффициенты аппроксимирующего полинома

a_0	a_1

6.3.4 Погрешность ИК

Абсолютная погрешность, В (А)	
* Верхний предел измерений ИК, В (А)	
* Приведенная погрешность, %	

* Приведенная погрешность рассчитывается от верхнего предела измерений поверяемого ИК

7 Вывод

Погрешность измерительного канала «Напряжение (ток)»
»
 при доверительной вероятности $P = 0,95$ не превышает допускаемого значения

Дата очередной поверки

Поверитель

(подпись, дата)

(ф.и.о.)

Протокол поверки ИК № от

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПОГРЕШНОСТИ

Номер контрольной точки	Эталонные значения напряжения (тока), В (А)	Средние значения измеренных сигналов, В	Значения напряжения (силы тока) по полному на прямом ходу, В (А)	Значения напряжения (силы тока) по полному на обратном ходу, В (А)	Систематическая погрешность, В (А)	Вариация, В (А)	Среднеквадратическое отклонение, В (А)	Сумма неисключенных систематических погрешностей, В (А)	Коэффициент «К»	Абсолютная погрешность, В (А)
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Неисключенные составляющие систематической погрешности (в соответствии с п. 8.4.2.8 методики поверки АЭ2-621.18.00 МП):

Погрешность рабочего эталона $\Delta_{с1} = \dots\dots\dots$ В (А)

Погрешность трансформатора тока $\Delta_{с2} = \dots\dots\dots$ А

Абсолютная погрешность ИК, В (А)	
Верхний предел измерений ИК, В (А)	
Приведенная погрешность ИК, %	

(Для ИК напряжения)

**Система измерительная испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий
«СИИС-ХТ1»**

Приложение к протоколу периодической поверки от

измерительного канала №

«Напряжение»

Результаты контроля стабильности градуировочной характеристики ИК

№ контр. точки	Эталонные значения напряжения, В x_j	Результаты измерений, В			
		Прямой ход		Обратный ход	
		x_{jM}	$ x_{jM} - x_j $	x_{jB}	$ x_{jB} - x_j $
1					
2					
3					
4					
5					

Предел допускаемой абсолютной погрешности ИК: $\Delta^* = \dots\dots\dots$, В

Критерии стабильности градуировочной характеристики:

$|x_{jM} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*$, В,

$|x_{jB} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*$, В

выполняются, не выполняются (ненужное зачеркнуть)

Поверитель _____ (подпись, дата) _____ (ф.и.о.)

(Для ИК силы тока)

**Система измерительная испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий
«СИИС-ХТ1»**

Приложение к протоколу периодической поверки от

измерительного канала №

«Ток»

Результаты контроля стабильности градуировочной характеристики ИК

№ контр. точки	Эталонные значения		Результаты измерений, А			
	Сила тока	Сигнал	Прямой ход		Обратный ход	
	$I, A (x_j)$	$*I_c, A$	x_{jM}	$ x_{jM} - x_j $	x_{jB}	$ x_{jB} - x_j $
1						
2						
3						
4						
5						

*Эталонные значения тока сигнала на входе ИК (I_c, A), соответствующие эталонным значениям измеряемой силы тока (I, A), рассчитываются по формуле:

$$I_c = \frac{I}{K_{тр}}, A, \text{ где } K_{тр} = \dots\dots\dots - \text{коэффициент трансформации измерительного}$$

трансформатора тока, используемого в составе ИК.

Предел допускаемой абсолютной погрешности ИК: $\Delta^* = \dots\dots\dots, A$

Критерии стабильности градуировочной характеристики:

$$|x_{jM} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*, A,$$

$$|x_{jB} - x_j|_{\max} \leq \Delta^*, A$$

выполняются, не выполняются (ненужное зачеркнуть)

Поверитель _____

(подпись, дата)

(ф.и.о.)

ПРИЛОЖЕНИЕ В.5 (рекомендуемое)

Форма протокола поверки ИК мощности в цепи переменного электрического тока

СПб ОАО «Красный Октябрь»

Система измерительная испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий «СИИС-ХТ1»

ПРОТОКОЛ

поверки измерительного канала №.....

«Активная мощность»

1 Вид поверки:

2 Дата поверки:

3 Средства поверки*

Наименование	Пределы измерений		Погрешность или класс точности
	нижний	верхний	
Калибратор универсальный 9100	032,001 В	105,000 В	±(0,04 % + 6,3 мВ)
	105,001 В	320,000 В	±(0,05 % + 19,2 мВ)
	032,001 мА	320,000 мА	±(0,08 % + 32 мкА)
	0,32001 А	3,20000 А	±(0,1 % + 480 мкА)

*Указанные средства поверки используются при определении погрешности соответствующих ИК силы и напряжения переменного тока (см. п. 5).

4 Условия поверки

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

5 Результаты определения погрешности соответствующих ИК напряжения и силы переменного тока (для каждой фазы трехфазной цепи), приведенной к их верхнему пределу измерений

№ ИК напряжения фазы**			№ ИК силы тока в фазе**		
U _A	U _B	U _C	I _A	I _B	I _C
Значения погрешности $\gamma_U, \%$			Значения погрешности $\gamma_I, \%$		
$\gamma_{U_{cp}} = \dots\dots\dots \%$			$\gamma_{I_{cp}} = \dots\dots\dots \%$		

**Результаты одновременных измерений с помощью указанных ИК мгновенных значений фазного напряжения (u, В) и силы переменного тока (i, А) используются для расчета активной мощности (P) в каждой фазе цепи переменного тока и в сумме в трех фазах:

$$P_{A,B,C} = \frac{1}{T} \int_0^T u_i dt \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_i i_i, \text{ Вт} \quad P_{3\phi} = (P_A + P_B + P_C) \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}$$

где n = 250 – число измерений, выполненных за один период колебаний тока (напряжения) T при частоте 400 Гц.

6 Расчет погрешности определения мощности в трехфазной цепи переменного тока (γ_P), приведенной к верхнему пределу измерений***

$$\gamma_P = \pm \sqrt{\gamma_{U_{cp}}^2 + \gamma_{I_{cp}}^2} = \dots\dots\dots \%$$

***Верхний предел измерений активной мощности нагрузки в трехфазной цепи генератора переменного тока ($P_{3\phi \text{ max}}$) определяется как произведение верхних пределов измерений фазного напряжения на клеммах генератора ($U_{\phi \text{ max}}$) и фазного тока нагрузки генератора ($I_{\phi \text{ max}}$) – при максимальном значении $\cos\phi = 1$:

$$P_{3\phi} = (3 \cdot U_{\phi \text{ max}} \cdot I_{\phi \text{ max}}) \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}$$

9 Вывод

Погрешность ИК «Мощность»

не превышает допустимого значения

Дата очередной поверки

Поверитель _____ (подпись, дата) _____ (ф.и.о.)

ПРИЛОЖЕНИЕ В.6 (рекомендуемое)
 Форма протокола поверки таймера системы

СПб ОАО «Красный Октябрь»

Система измерительная испытательного стенда вертолетных хвостовых трансмиссий «СИИС-ХТ1»
ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ ТАЙМЕРА СИСТЕМЫ

1 Вид поверки

2 Дата поверки

3 Средства поверки

Рабочий эталон	Пределы измерений		Предел погрешности измерений
	нижний	верхний	
Частотомер электронно-счетный АКИП-5102	1,5 нс	10 ⁵ с	10 ⁻⁶

4 Условия поверки

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

5 Внешний осмотр:

6 Результаты опробования:

7 Результаты измерений

$T_{этал}$, с					
$T_{сист}$, с					
$ \Delta T_i $, с					

$$|\Delta T_i| = |T_{этал} - T_{сист}|$$

8 Расчет погрешности таймера

8.1 Среднее абсолютное значение разности показаний эталонного таймера и таймера системы:

$$\Delta T = \pm \frac{\sum |\Delta T_i|}{5} = \dots\dots\dots \text{ с}$$

8.2 Предел допускаемой погрешности измерения эталонного таймера в режиме измерения длительности импульса ($\Delta T_{этал}$) для измеряемого интервала времени $T = 600$ с:

$$\Delta T_{этал} \approx \pm \delta_{этал} \cdot T = \pm (10^{-6} \cdot 600) = \pm 0,0006 \text{ с}$$

8.3 Погрешность таймера системы для измеряемого интервала времени 600 с:

$$\Delta T_{сист} = \sqrt{\Delta T_{этал}^2 + \Delta T^2} = \dots\dots\dots \text{ с}$$

9 Вывод

Погрешность таймера системы для измеряемого интервала времени 600 с не превышает допускаемого значения

Дата очередной поверки

Поверитель _____ (подпись, дата) _____ (ф.и.о.)