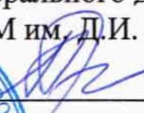


**Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

УТВЕРЖДАЮ

И.о. генерального директора ФГУП

«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

  
А.Н. Пронин



\_\_\_\_\_ 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерительная стенда 472-17-905

**Методика поверки  
МП 2071-0001-2020**

Руководитель отдела

  
Ю.Г. Солонецкий

Руководитель сектора

  
П.Н. Мичков

Санкт-Петербург  
2020 г.

## Содержание

1 Введение .....	3
2 Операции поверки .....	3
3 Средства поверки.....	4
4 Требования безопасности .....	4
5 Условия поверки.....	5
6 Подготовка к поверке.....	5
7 Проведение поверки.....	5
7.1 Внешний осмотр .....	5
7.2 Опробование .....	6
7.3 Проверка ПО .....	6
7.4 Определение метрологических характеристик .....	7
9 Оформление результатов поверки .....	17
Приложение А.....	18
Приложение Б .....	21
Приложение В.....	29

## 1 Введение

1.1 Настоящая методика поверки (далее - методика) распространяется на систему измерительную стенда 472-17-95 зав. № 472-17-905 (далее – СИС), входящую в состав автоматизированной системы управления испытательного стенда (АСУ ИС) испытательного стенда, и устанавливает периодичность, объем и порядок проведения ее первичной и периодической поверки.

1.2 Система подлежит первичной поверке при вводе в эксплуатацию или после ремонта и периодической в процессе эксплуатации.

1.3 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (далее – ИК) из состава СИС в соответствии с заявлением владельца системы, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 ИК избыточного давления, температуры, частоты вращения и силы переменного тока подвергаются покомпонентной (поэлементной поверке): демонтированные первичные измерительные преобразователи – в лабораторных условиях; вторичная часть – комплексный компонент, включая линии связи, – на месте эксплуатации СИС.

1.5 Свидетельство о поверке на СИС действительно только при наличии действующих свидетельств о поверке преобразователей давления измерительных ОВЕН ПД100-ДИ1,6 – 4 шт. и DMP331i – 1 шт., входящих в состав ИК избыточного давления; термометров сопротивления морских ТСП/1-8040 – 60 шт. и термопреобразователей сопротивления серии Т, мод. ТТ1081 – 2 шт., входящих в состав ИК температуры; тахометров электронных цифровых ТСП-04, исп. 1 – 2 шт., входящих в ИК частоты вращения; преобразователей силы переменного тока измерительных ДТТ-03Т – 6 шт., входящих в состав ИК силы переменного тока.

## 2 Операции поверки

2.1 При первичной и периодической поверке СИС выполнить операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7.1	да	да
Опробование	7.2	да	да
Проверка программного обеспечения (ПО)	7.3	да	да
Определение метрологических характеристик	7.4	-	-
Определение приведенной к верхнему пределу измерений (ВП) погрешности измерений избыточного давления в рабочем диапазоне измерений Количество ИК – 5	7.4.1	да	да
Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры в рабочем диапазоне измерений Количество ИК – 62	7.4.2	да	да
Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений Количество ИК - 1	7.4.3	да	да
Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения в рабочем диапазоне измерений Количество ИК – 8	7.4.4	да	да

1	2	3	4
Определение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока в рабочем диапазоне измерений Количество ИК – 6	7.4.5	да	да

2.2 При несоответствии характеристик СИС установленным требованиям по любому из пунктов таблицы 1 поверка прекращается и последующие операции не проводятся, за исключением оформления результатов по п. 9.3 настоящей методики.

### 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться основные и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Основные и вспомогательные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного средства поверки. Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
<b>Основные средства поверки</b>	
7.4.1, 7.4.3, 7.4.5	<b>Калибратор процессов документирующий Fluke 753</b> , рег. № 49876-12, диапазон воспроизведения силы постоянного тока от минус 0,1 до 22 мА, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения $\pm(0,0001 \cdot I + 3 \text{ мкА})$ .
7.4.4	<b>Тахометр АТТ серии 6000</b> , рег. № 27264-11, диапазон измеряемой частоты вращения, от 10 до $10^5$ об/мин, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,1 \% + 1 \text{ е.м.р.})$ .
7.4, 7.4.2	<b>Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная типа Р 3026-1</b> , регистрационный № 56523-14, диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0,01 до 111111,1 Ом, класс точности $0,002/1,5 \cdot 10^{-6}$ .
7.4.3	<b>Государственный рабочий эталон 1 разряда</b> единицы крутящего момента силы в диапазоне значений от 1 до 300 кН·м, по приказу Росстандарта от 31.07.2019 № 1794, диапазон измерений от 1 до 300 кН·м, $\delta_0 (k=2) \pm 0,1 \%$ .
<b>Вспомогательные средства поверки</b>	
5.1	<b>Прибор комбинированный Testo 622</b> , рег. № 53505-13, диапазон измерений температуры от -10 до +60 °С, основная абсолютная погрешность $\pm 0,4$ °С; диапазон измерений относительной влажности от 10 до 95 %, основная абсолютная погрешность $\pm 3$ %; диапазон измерения абсолютного давления от 300 до 1200 гПа.

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

3.3 Используемые при поверке средства измерений должны быть поверены установленным порядком и иметь действующие свидетельства о поверке (знак поверки).

3.4 Средства поверки должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 6 ч до начала поверки.

### 4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», а также требования безопасности, установленные в документации на средства поверки.

4.2 Любые подключения средств измерений проводить только при отключенном напряжении питания СИС.

4.3 К поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации на СИС, знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие первичный инструктаж по технике безопасности на рабочем месте в установленном в организации порядке.

## 5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С ..... от 10 до 30;
- относительная влажность, % ..... от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа. ....от 84,0 до 106,7.

## 6 Подготовка к поверке

6.1 При подготовке к поверке:

- проверить наличие действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых СИ;
  - проверить наличие свидетельств (знаков поверки) о поверке преобразователей давления измерительных ОВЕН ПД100-ДИ1,6 (рег. № 47586-11) и DMP331i (рег. № 56795-14); термометров сопротивления морских ТСП/1-8040 (рег. № 52719-13) и термопреобразователей сопротивления серии Т, мод. ТТ1081 (рег. № 47949-11); тахометров электронных цифровых ТСП-04, исп. 1 (рег. № 61828-15) и преобразователей силы переменного тока измерительных ДТТ, мод. ДТТ-03Т (рег. № 49800-12) из состава СИС;
  - проверить соблюдения условий разделов 4 и 5 настоящей методики;
  - проверить целостность электрических жгутов;
  - перед поверкой подготовить СИС, СИ согласно требований соответствующей эксплуатационной документации;
  - операции поверки, указанные в п. 7.4, проводить только после выдерживания ИК во включенном состоянии не менее 30 мин.
- Таблица 3

Наименование составной части системы	Документ, по которому проводят поверку
Преобразователь давления измерительный ОВЕН ПД100-ДИ1,6	КУВФ.406230.100 МП «Преобразователи давления измерительные ОВЕН ПД100. Методика поверки», утвержденной ГЦИ СИ ООО КИП «МЦЭ» в 2011 г.
Преобразователь давления измерительный DMP331i	МП 56795-14 «Преобразователи давления измерительные DMP 3XX, DMP 4XX, DMD 3XX, DS 2XX, DS 4XX, DMK 3XX, ХАСТi, DM 10, DPS 2XX, DPA 3XX, DPS+, НМР 331, НУ 300, LMP 3XX, LMP 8XX, LMK 3XX, LMK 4XX, LMK 8XX. Методика поверки», утвержденной ФГУП «ВНИИМС» в 2014 г.
Термометр сопротивления морской ТСП/1-8040	ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки».
Термопреобразователь сопротивления серии Т, мод. ТТ1081	ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки».
Тахометр электронный цифровой ТСП-04, исп. 1	ТСП.600.000.МП «Тахометры электронные цифровые ТСП-04. Методика поверки», утв. ФБУ «Тест-С.-Петербург» в 2015 г.
Преобразователь силы переменного тока измерительный ДТТ, мод. ДТТ-03Т	46ПИГН.41521.027МП «Преобразователи силы переменного тока измерительные ДТТ. Методика поверки», утв. ФГУП «ВНИИМС» в 2012 г.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Проверить комплектность СИС согласно паспорта ФРДГ.360449.001 ПС.

7.1.2 отсутствие дефектов покрытий, механических повреждений оборудования, неисправностей присоединительных элементов, которые могут отрицательно повлиять на работоспособность или метрологические характеристики СИС.

7.1.3 Внешний осмотр проводить визуально при отключенном напряжении питания системы.

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

## 7.2 Опробование

7.2.1 Подготовить СИС к работе в соответствии с ФРДГ.441129.002 РЭ на СИС.

7.2.2 Включить напряжение питания щита управления РО55(ЩУ2). Включить ЭВМ АР-Ма оператора «АРМ №1».

7.2.3 Запустить программу визуализации испытаний «Приложение оператора.exe» (ярлык находится на рабочем столе).

7.2.4 Вызвать окно выбора схем испытаний, нажав кнопку «Меню ЩУ2».

7.2.5 Выбрать тип схемы испытаний и убедиться в открытии окна с измеряемыми параметрами испытуемого образца.

7.2.6 Допускается проводить опробование системы непосредственно в ходе проведения проверок метрологических характеристик ИК системы.

7.2.7 Результаты опробования считать положительными, если программа визуализации испытаний «WCCIPrmon.exe» запустилась успешно, открылось окно с измеряемыми параметрами выбранного образца и на мониторе СИС не было выдано сообщений об ошибке.

## 7.3 Проверка ПО

7.3.1 Проверку ПО СИС проводить по следующей методике:

- выполнить п.п. 7.2.1 – 7.2.7;

- сравнить номер версии программы «Приложение оператора» в свойствах данного файла во вкладке «Подробно» (рис.1), с версиями, указанными в таблице 4.

Таблица 4

Вид проверки	Результат проверки
Определение идентификационного наименования ПО	WCCIPrmon.exe (для визуализации)
Определение номера версии (идентификационного номера) ПО	не ниже 3.14.0.0
Определение цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) ПО	-

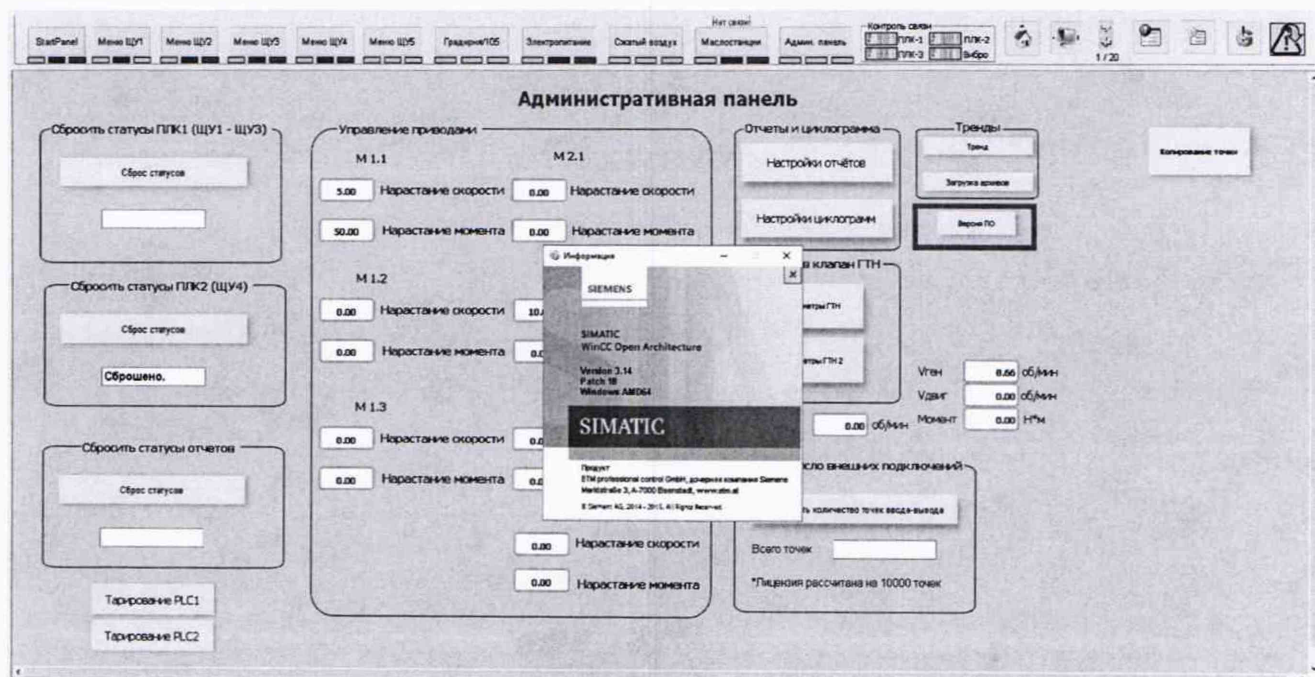


Рисунок 1. Вид стартового окна программы визуализации испытаний.

7.3.2 ПО СИС считается прошедшим проверку, если его версия соответствует данным таблицы 4 и совпадают со значениями, указанными в ЭД на СИС.

#### 7.4 Определение метрологических характеристик

##### 7.4.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления в рабочем диапазоне измерений (осуществляется поэлементно)

(ИК избыточного давления)

7.4.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления масла на входе в маслоагрегаты или испытуемые изделия в рабочем диапазоне измерений (для ИК  $P_{1ПБ}$ ,  $P_{2ПБ}$ ,  $P_{3ЛБ}$ ,  $P_{4ЛБ}$ ).

7.4.1.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений первичной части ИК (преобразователей давления измерительных ОВЕН ПД100):

- проверить наличие действующего свидетельства о поверке, входящего в состав ИК преобразователя давления измерительного ОВЕН ПД100, проведенной по КУВФ.406230.100 МП «Преобразователи давления измерительные ОВЕН ПД100. Методика поверки», утвержденной ГЦИ СИ ООО КИП «МЦЭ» в 2011 г.;

- за погрешность прошедшего поверку преобразователя считать модуль пределов допускаемой основной приведенной к ДИ погрешности, который (в соответствии с описанием типа, паспортом и маркировкой преобразователя) равен 0,5 % и зафиксировать его в столбце 9 таблицы Б.1.1 Приложения Б.

7.4.1.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений вторичной части ИК и приведенной к ВП погрешности измерений всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.1 Приложения А, подключив калибратор к вторичной части ИК избыточного давления масла (ИК  $P_{1ПБ}$ ) в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения силы постоянного тока  $I_{вх}$ , мА согласно таблице Б.1.1 Приложения Б (из ст. 2) (далее – таблица Б.1.1) и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК  $P_{1ПБ\text{ изм}}$ , бар (считанных с монитора АРМ в строке «Давление масла до маслоагрегата ПБ», см. рисунок 2). Значение силы постоянного тока устанавливают по показаниям калибратора, включенного в режиме воспроизведения силы постоянного тока;

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК  $\Delta P_v$  по формуле 2 (п. 4.14 настоящей программы испытаний, далее - ПИ), выбрать из трех величин – максимальную  $\Delta P_{\text{макв}}$ , зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.1.1;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК  $\gamma_{в1}$ , % по формуле 3 (п. 4.14 ПИ) и приведенную к ВП погрешность ИК  $\gamma_1$ , % по формуле 5 (п. 4.14 ПИ). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.1.1.

7.4.1.1.3 Повторить выполнение п. 7.4.1.1.2 для вторичных частей ИК  $P_{2ПБ}$ ,  $P_{3ЛБ}$ ,  $P_{4ЛБ}$  с фиксацией результатов расчета в соответствующих столбцах таблиц по форме Б.1.1 для этих ИК.

7.4.1.1.4 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления масла на входе в маслоагрегаты или испытуемое изделие в рабочем диапазоне измерений находится в пределах  $\pm 2\%$ .

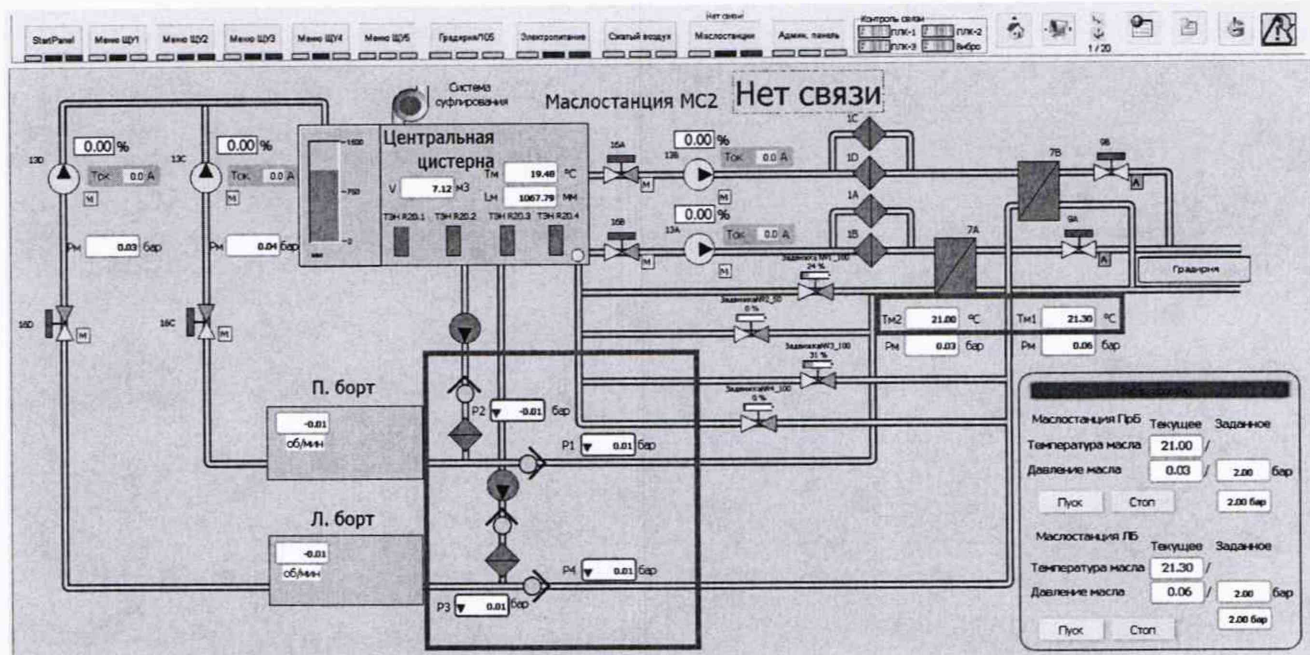


Рисунок 2 Окно с результатами измерений ИК избыточного давления масла на входе в маслоагрегаты или испытываемые изделия

7.4.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления воздуха на входе в испытываемые изделия в рабочем диапазоне измерений (для ИК  $P_{\text{возд}}$ ).

7.4.1.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений первичной части ИК (преобразователей измерительных DMP):

- проверить наличие действующего свидетельства о поверке, входящего в состав ИК преобразователя давления измерительного DMP, проведенной по методике МП 56795-14 «Преобразователи давления измерительные DMP 3XX, DMP 4XX, DMD 3XX, DS 2XX, DS 4XX, DMK 3XX, ХАСТi, DM 10, DPS 2XX, DPA 3XX, DPS+, HMP 331, HU 300, LMP 3XX, LMP 8XX, LMK 3XX, LMK 4XX, LMK 8XX. Методика поверки», утвержденной ФГУП «ВНИИМС» в 2014 г.;

- за погрешность прошедшего поверку преобразователя считать модуль пределов допускаемой основной приведенной к ДИ погрешности, который (в соответствии с описанием типа и расчетом по формуле 6 п. 4.14 ПИ) равен 0,125 % и зафиксировать его в столбце 9 таблицы Б.1.2 Приложения Б.

7.4.1.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений вторичной части ИК и приведенной к ВП погрешности всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.1 Приложения А, подключив калибратор к вторичной части ИК избыточного давления воздуха (ИК  $P_{\text{возд}}$ ) в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения силы постоянного тока  $I_{\text{вх}}$ , мА согласно таблице Б.1.2 Приложения Б (из ст. 2) и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК  $P_{\text{возд изм}}$ , бар (считанных с дисплея АРМ в секторе «Система сжатого воздуха», см. рисунок 3). Значение силы постоянного тока устанавливают по показаниям калибратора, включенного в режиме воспроизведения силы постоянного тока;

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК  $\Delta P_v$  по формуле 2 (п. 4.14 ПИ) и, выбрав из трех величин – максимальную  $\Delta P_{\text{махв}}$ , зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.1.2 Приложения Б;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК  $\gamma_{v1}$ , % по формуле 3 (п. 4.14 ПИ) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК  $\gamma_1$ , % по формуле 5 (п. 4.14 ПИ). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.1.2 приложения Б.

7.4.1.2.3 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления воздуха на входе в испытываемое изделие в рабочем диапазоне измерений находится в пределах  $\pm 2$  %.



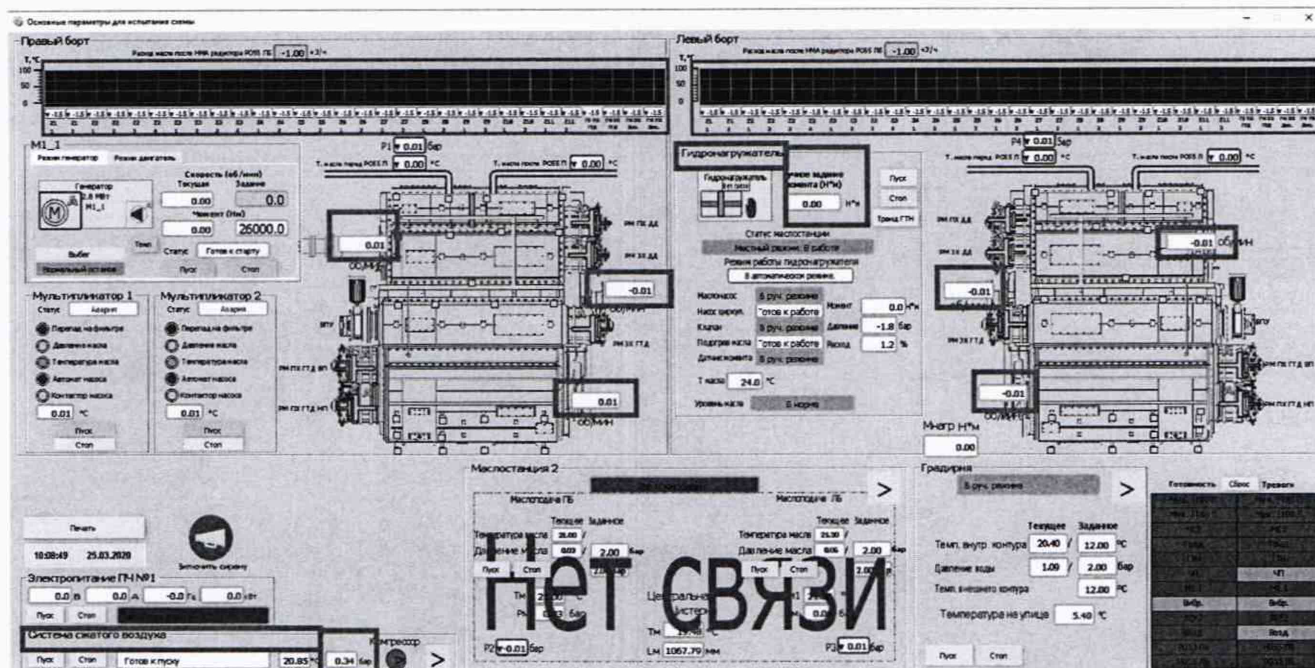


Рисунок 3 Окно основных параметров схемы испытания

#### 7.4.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры в рабочем диапазоне измерений (осуществляется поэтапно)

##### ИК температуры

#### 7.4.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры (для ИК ТТ1ЛБ-ТТ30ЛБ, ТТ1ПБ-ТТ30ПБ)

##### 7.4.2.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности первичной части ИК (термометра сопротивления морского ТСП/1-8040):

- проверить наличие действующего свидетельства о поверке, входящего в состав ИК термометра сопротивления морского ТСП/1-8040 по установленной методике (ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки»);

- за погрешность прошедших поверку термометров считать модуль пределов допускаемой основной приведенной к ДИ погрешности, вычисленной по формуле, приведенной в описании типа (паспорте) в зависимости от измеряемой температуры.

Полученные значения основной погрешности термометра сопротивления  $\gamma_{д2}$  приведены в столбце 9 таблицы Б.2.1 Приложения Б.

##### 7.4.2.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.2 Приложения А, подключить меру сопротивления постоянного тока многозначную к вторичной части выбранного ИК температуры в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход выбранного ИК (ТТ1ЛБ) значения сопротивления  $R_{вх}$ , Ом согласно таблице Б.2.1 Приложения Б и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК ТТ1ЛБ, °С (считанных с монитора АРМ в строке ТТ1ЛБ, см. рисунок 3);

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК  $\Delta T_{в}$  по формуле 2 (п. 4.14 ПИ) и, выбрав из трех величин – максимальную  $\Delta T_{махв}$ , зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.2.1 Приложения Б;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК  $\gamma_{в2}$ , % по формуле 3 (п. 4.14 ПИ) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК  $\gamma_2$ , % по формуле 7 (п. 4.14 ПИ). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.2.1 приложения Б.

##### 7.4.2.1.3 Повторить выполнение п. 7.4.2.1.2 для вторичных частей ИК ТТ2ЛБ-ТТ30ЛБ,

ТТ1<sub>ПБ</sub>-ТТ30<sub>ПБ</sub> с фиксацией результатов расчета приведенных погрешностей в таблицах по форме Б.2.1 приложения Б для этих ИК.

7.4.2.1.4 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений температуры с термометрами сопротивления морскими в рабочем диапазоне измерений находится в пределах  $\pm 2\%$ .

7.4.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры (для ИК Т<sub>м1ЛБ</sub>, Т<sub>м2ПБ</sub>)

7.4.2.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности первичной части ИК (термопреобразователя сопротивления серии ТТ (мод. ТТ1081)):

- проверить наличие действующего свидетельства о поверке, входящего в состав ИК термопреобразователя сопротивления ТТ1081 по установленной методике (ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки»);

- за погрешность прошедших поверку термопреобразователей считать модуль пределов допускаемой основной приведенной к ДИ погрешности, вычисленной по формуле, приведенной в описании типа (паспорте) в зависимости от измеряемой температуры (для кл. допуска А по ГОСТ 6651-2009).

Полученные значение основной погрешности термопреобразователя  $\gamma_{д2}$  приведены в столбце 9 таблицы Б.2.2 Приложения Б.

7.4.2.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.2 Приложения А, подключив меру сопротивления постоянного тока многозначную к вторичной части выбранного ИК температуры в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения сопротивления  $R_{вх}$ , Ом согласно таблице Б.2.2 Приложения Б и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК Т<sub>м1ЛБ</sub>, °С (считанных с монитора АРМ в строке Т<sub>м1ЛБ</sub>, см. рисунок 2);

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК  $\Delta T_{мв}$  по формуле 2 (п. 4.14 ПИ) и, выбрав из трех величин – максимальную  $\Delta T_{м\max}$ , зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.2.2 Приложения Б;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК  $\gamma_{в2}$ , % по формуле 3 (п. 4.14 ПИ) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК  $\gamma_2$ , % по формуле 7 (п. 4.14 ПИ). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.2.2 приложения Б.

7.4.2.2.3 Повторить выполнение п. 7.4.2.2.2 для вторичной части ИК Т<sub>м2ПБ</sub> с фиксацией результата расчета приведенной погрешности в таблице по форме Б.2.2 приложения Б для этого ИК.

7.4.2.2.4 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений температуры с термопреобразователями сопротивления серии ТТ в рабочем диапазоне измерений находится в пределах  $\pm 2\%$ .

**7.4.3 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений (осуществляется поэлементно)**

ИК крутящего момента силы

7.4.3.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в диапазоне от 2000 до 70000 Н·м

7.4.3.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока первичной части ИК (датчика крутящего момента силы К-Т40FM-080R (далее – датчик) с интерфейсным модулем ТИМ40)

7.4.3.1.1.1 Демонтировать со штатного места стенда датчик крутящего момента силы К-Т40FM-080R с интерфейсным модулем ТИМ40 и установить датчик с помощью оснастки на государственный рабочий эталон 1 разряда единицы крутящего момента силы в диапазоне значений от 1 до 300 кН·м, по приказу Росстандарта от 31.07.2019 № 1794, при этом, к аналоговому выходу интерфейсного модуля подключить калибратор в режиме измерения силы

постоянного тока в соответствии с рисунком А.3 а) Приложения А.

7.4.3.1.1.2 Подготовить датчик к работе в режиме преобразований крутящего момента силы в сигнал постоянного тока. Провести нагружение (прямой ход) измерителя силой, соответствующей первому значению крутящего момента силы  $M_{n=1,i=2}$  в соответствии с таблицей Б.3.1.1. Нагружения измерителя должны проводиться плавно, без рывков и ударов. Время измерения в каждой точке нагружения должно быть не менее 30 с.

7.4.3.1.1.3 Снять показания текущего значения силы тока  $I_{n,i}$  и полученный результат занести в таблицу Б.3.1.1.

7.4.3.1.1.4 Выполнить измерения для всех значений крутящего момента силы  $M_{n,i}$ , приведённых в таблице Б.3.1.1, выполнив не менее трёх циклов нагружения ( $n = 3$ ).

7.4.3.1.1.5 По результатам измерений определить среднее арифметическое значение результата измерений для прямого и обратного хода

$$\bar{I}_i = \frac{1}{3} \sum_{n=1}^3 (I_{n,i} - I_{n,0})$$
$$\bar{I}'_i = \frac{1}{3} \sum_{n=1}^3 (I'_{n,i} - I'_{n,0})$$

Определить систематическую составляющую абсолютной погрешности из соотношения

$$\Delta_{\text{ст.}i}^I = \left| \frac{(\bar{I}_i + \bar{I}'_i)}{2} - I_{\text{ном.}i} \right|$$

где  $I_{\text{ном.}i}$  - номинальные значения выходного сигнала в  $i$ -ой точке нагружения.

Определить среднеквадратическое отклонение результата измерений с учётом вариации показаний по формуле

$$S_{\text{ст.}i}^I = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^3 (I_{n,i} - \bar{I}_i)^2 + \sum_{n=1}^3 (I'_{n,i} - \bar{I}'_i)^2}{2n - 1} + \frac{(\bar{I}_i - \bar{I}'_i)^2}{12}}$$

7.4.3.1.1.6 Определить абсолютную погрешность преобразований крутящего момента силы в сигнал постоянного тока по формуле

$$\Delta_i^I = 2 \cdot S_{\Sigma,i}$$

где  $S_{\Sigma}$  оценка суммарного среднеквадратического отклонения:

$$S_{\Sigma,i} = \sqrt{\frac{\Delta_{\text{ст.}i}^I{}^2}{3} + S_{\text{ст.}i}^I{}^2}$$

7.4.3.1.1.7 Определить погрешность преобразований крутящего момента силы, приведённую к верхнему значению диапазона преобразований, по формуле

$$\gamma_i^I = \frac{\Delta_i^I}{I_n} \cdot 100$$

Максимальное значение полученных погрешностей

$$\gamma = \max |\gamma_i^I|$$

фиксировать в столбце 9 таблицы Б.3.1.2 Приложения Б.

7.4.3.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.3 б) Приложения А, подключив калибратор к вторичной части выбранного ИК  $M_{\text{нагр}}$  в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения силы постоянного тока  $I_{\text{вх}}$ , мА согласно таблице Б.3.1.2 Приложения Б и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК  $M_{\text{нагр}}^{\text{изм}}$ , (считанных с дисплея АРМ в строке  $M_{\text{нагр}}$ , см. рисунок 3);

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК  $\Delta M_{\text{нагрв}}$  по формуле 2 (п. 4.14 ПИ) и, выбрав из трех величин – максимальную  $\Delta M_{\text{м макс}}$ , зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.3.1.2 Приложения Б;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК  $\gamma_{\text{вз}}$ , % по формуле 3 (п. 4.14 ПИ) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК  $\gamma_3$ , % по формуле 8 (п. 4.14 ПИ). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.3.1.2 приложения Б.

7.4.3.1.3 Результаты поверки считать положительными если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений от 2000 до 70000 Н·м находится в допускаемых пределах  $\pm 1,5\%$ .

7.4.3.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в диапазоне от 1300 до 16200 Н·м

7.4.3.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока первичной части ИК (датчика крутящего момента силы К-Т40FM-040R с интерфейсным модулем ТИМ40)

7.4.3.2.1.1 Выполнить пп. 7.4.3.1.1.1 - 7.4.3.1.1.7 для определения действительных значений приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока датчиком крутящего момента силы К-Т40FM-040R с интерфейсным модулем ТИМ40 и фиксацией результатов измерений в таблицы Б.3.2.1 Приложения Б и максимальных значений полученных погрешностей в ст. 9 таблицы Б.3.2.2 Приложения Б.

7.4.3.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК

7.4.3.2.2.1 Выполнить п 7.4.3.1.2 для определения приведенной к ВП погрешности ИК с фиксацией полученных значений в ст. 8 и 10 таблицы Б.3.2.2 Приложения Б.

7.4.3.2.3 Результаты поверки считать положительными если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений от 1300 до 16200 Н·м находится в допускаемых пределах  $\pm 1,5\%$ .

#### **7.4.4 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения в рабочем диапазоне измерений**

ИК частоты вращения

7.4.4.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения приводных валов в рабочем диапазоне измерений (осуществляется комплектно и поэлементно) (для ИК частоты вращения приводных валов  $V_{\text{двиг}}$ ,  $V_{\text{ген}}$ )

7.4.4.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения приводных валов в рабочем диапазоне измерений комплектным способом

7.4.4.1.1.1 Проверить наличие действующего свидетельства о поверке на используемый при определении метрологических характеристик ИК частоты вращения фототахометр АТТ серии 6000 (далее – тахометр).

7.4.4.1.1.2 На левый и правый приводные валы редуктора РО-55 (далее – редуктор), помещенного на испытательный стенд, наклеить светоотражающие маркеры.

7.4.4.1.1.3 В соответствии с Руководством по эксплуатации подготовить стенд к работе. Собрать схему согласно рис. А.4.1 а) Приложения А.

7.4.4.1.1.4 Последовательно устанавливая на стенде значения частоты вращения левого борта редуктора из столбца 2 таблицы Б.4.1.2 приложения Б ПИ, регистрировать в соответствующих строках столбца 3 указанной таблицы показания тахометра, а в соответствующих строках столбца 4 этой же таблицы результаты измерений проверяемого ИК, отображаемые на мониторе АРМ оператора СИС в поле  $V_{\text{двиг}}$ .

7.4.4.1.1.5 Повторить операции по п. 7.4.4.1.1.4 ПИ для второго ИК частоты вращения  $V_{\text{ген}}$ .

7.4.4.1.1.6 По формуле 2 (п. 4.14 ПИ) вычислить и занести в соответствующие строки столбца 5 таблицы Б.4.1.2 значения абсолютной погрешности ИК в проверяемых точках.

7.4.4.1.1.7 По формуле 3 (п. 4.14 ПИ) вычислить и занести в соответствующие строки столбца 6 таблицы Б.4.1.2 значения приведенной к ВП погрешности ИК в проверяемых точках.

7.4.4.1.1.8 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение

приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения приводных валов в рабочем диапазоне измерений находится в пределах  $\pm 2\%$ .

7.4.4.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения приводных валов в рабочем диапазоне измерений поэлементным способом

7.4.4.1.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности первичной части ИК (тахометра электронного цифрового ТСП-04):

- проверить наличие действующего свидетельства о поверке, входящего в состав ИК тахометра электронного цифрового ТСП-04 по установленной методике (ТСП.600.000.МП «Тахометры электронные цифровые ТСП-04. Методика поверки», утв. ФБУ «Тест-С-Петербург» в 2015 г.);

- за погрешность прошедших поверку тахометров считать модуль пределов допускаемой относительной погрешности аналогового выходного сигнала, который (в соответствии с описанием типа) равен  $1,0\%$ .

Соответствующие значения приведенной погрешности тахометра (датчика)  $\gamma_{д4}$  в диапазоне измерений ИК приведены в столбце 9 таблицы Б.4.1.1 Приложения Б.

7.4.4.1.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК:

- собрать схему согласно рисунку А.4.1 б) Приложения А, подключив калибратор к вторичной части выбранного ИК  $V_{двиг}$  в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения силы постоянного тока  $I_{вх}$ , мА согласно таблице Б.4.1.1 Приложения Б и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК  $V_{двиг}$ , (считанных с дисплея АРМ в окне  $V_{двиг}$ , см. рисунок 3);

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК  $\Delta V_{в}$  по формуле 2 (п. 4.14 ПИ) и, выбрав из трех величин – максимальную  $\Delta V_{макс в}$ , зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.4.1.1 Приложения Б;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК  $\gamma_{в4}$ , % по формуле 3 (п. 4.14 ПИ) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК  $\gamma_4$ , % по формуле 9 (п. 4.14 ПИ). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.4.1.1 приложения Б.

7.4.4.1.2.3 Повторить выполнение п. 7.4.4.1.2.2 для вторичных частей ИК  $V_{ген}$  с фиксацией результатов расчета приведенных погрешностей в таблицах по форме Б.4.1.1 приложения Б для этих ИК.

7.4.4.1.2.4 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения приводных валов в рабочем диапазоне измерений находится в пределах  $\pm 2\%$ .

7.4.4.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов ДД, ГТД и на винт испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений (осуществляется комплектно) (для ИК частоты вращения валов ДД, ГТД и на винт испытуемых изделий  $V1_{лб} - V3_{лб}, V4_{пб} - V6_{пб}$ )

7.4.4.2.1 Проверить наличие действующего свидетельства о поверке на используемый при определении метрологических характеристик ИК частоты вращения фототахометр АТТ серии 6000 (далее – тахометр).

7.4.4.2.2 На левый и правый валы ДД, ГТД и на винт испытуемого изделия, помещенного на испытательный стенд, наклеить светоотражающие маркеры.

7.4.4.2.3 В соответствии с Руководством по эксплуатации подготовить стенд к работе. Собрать схему согласно рис. А.4.2 Приложения А.

7.4.4.2.4 Последовательно устанавливая на стенде значения частоты вращения левого борга редуктора из столбца 2 таблицы Б.4.2.1 приложения Б ПИ, регистрировать в соответствующих строках столбца 3 указанной таблицы показания тахометра, а в соответствующих строках столбца 4 этой же таблицы результаты измерений проверяемого ИК, отображаемые на мониторе АРМ оператора СИС в поле  $V1_{лб}$ .

Для установления отрицательных значений частоты вращения необходимо поменять местами подключение разъемов датчиков ДТА-15 к блоку Р1813 проверяемого ИК. По окончании испытаний вернуться к штатному подключению разъемов датчиков.

7.4.4.2.5 Повторить операции по п. 7.4.4.2.4 ПИ для второго ИК частоты вращения правого борта V4<sub>ПБ</sub>.

7.4.4.2.6 По формуле 2 (п. 4.14 ПИ) вычислить и занести в соответствующие строки столбца 5 таблицы Б.4.2.1 значения абсолютной погрешности ИК в проверяемых точках.

7.4.4.2.7 По формуле 3 (п. 4.14 ПИ) вычислить и занести в соответствующие строки столбца 6 таблицы Б.4.2.1 значения приведенной к ВП погрешности ИК в проверяемых точках.

7.4.4.2.8 Повторить операции п.п. 7.4.4.2.4 – 7.4.4.2.7 для ИК частоты вращения валов ГТД и на винт испытуемого изделия V2<sub>ЛБ</sub>, V5<sub>ПБ</sub>, V3<sub>ЛБ</sub>, V6<sub>ПБ</sub> для проверяемых точек, указанных в таблицах Б.4.2.2, Б.4.2.3 и фиксацией полученных результатов в соответствующих столбцах указанных таблиц.

7.4.4.2.9 Результаты поверки считать положительными, если для каждого ИК полученные максимальные значения приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов ДД, ГТД и на винт испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений не превысили  $\pm 1\%$ ,  $\pm 0,5\%$ ,  $\pm 0,7\%$  соответственно.

#### **7.4.5 Определение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока в рабочем диапазоне измерений**

ИК силы переменного тока

7.4.5.1 Определение приведенной к ВП погрешности первичной части ИК (преобразователя силы переменного тока измерительного ДТТ)

- проверить наличие действующего свидетельства о поверке, входящего в состав ИК преобразователя силы переменного тока измерительного ДТТ-03Т по установленной методике (46ПИГН.41521.027МП «Преобразователи силы переменного тока измерительные ДТТ. Методика поверки», утв. ФГУП «ВНИИМС» в 2012 г.);

- за погрешность прошедших поверку преобразователей считать модуль пределов допускаемой основной приведенной погрешности, который (в соответствии с описанием типа) равен 0,5 %.

Соответствующее значение приведенной погрешности преобразователя  $\gamma_{д5}$  (с учетом дополнительной погрешности от изменения температуры на каждые 10 °С от нормальной для системы) приведены в столбце 9 таблицы Б.5 Приложения Б.

7.4.5.2 Определение приведенной к ВП погрешности вторичной части ИК и приведенной погрешности всего ИК.

- собрать схему согласно рисунку А.5 Приложения А, подключив калибратор к вторичной части выбранного ИК I<sub>ЛБ</sub> в соответствии с таблицей подключения средств поверки, приведенной в ФРДГ. 441129.002 РЭ на СИС (Приложение 1);

- поочередно подать на вход ИК значения силы постоянного тока I<sub>вх</sub>, мА согласно таблице Б.5 Приложения Б и зафиксировать по три измерения соответствующих значений выходного сигнала ИК I<sub>ЛБ</sub>, (считанных с монитора АРМ параметра «ВПУ ЛБ. Ток фаза 1», см. рисунок 4);

- для каждого из измеренных значений рассчитать абсолютную погрешность вторичной части ИК  $\Delta_I$  по формуле 2 (п. 4.14 ПИ) и, выбрав из трех величин – максимальную  $\Delta_{I_{махв}}$ , зафиксировать ее в столбце 7 таблицы Б.5 Приложения Б;

- рассчитать приведенную к ВП погрешность вторичной части ИК  $\gamma_{в5}$ , % по формуле 3 (п. 4.14 ПИ) и рассчитать приведенную к ВП погрешность ИК  $\gamma_5$ , % по формуле 10 (п. 4.14 ПИ). Полученные значения фиксировать в столбцах 8 и 10 таблицы Б.5 приложения Б.

7.4.5.3 Повторить выполнение п. 4.12.2 для вторичной части ИК I2ЛБ – I3ЛБ, I1 – I3ПБ с фиксацией результатов расчета приведенных погрешностей в таблице по форме Б.5 приложения Б для этих ИК.

7.4.5.4 Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока ВПУ испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений находится в пределах  $\pm 2,5\%$ .

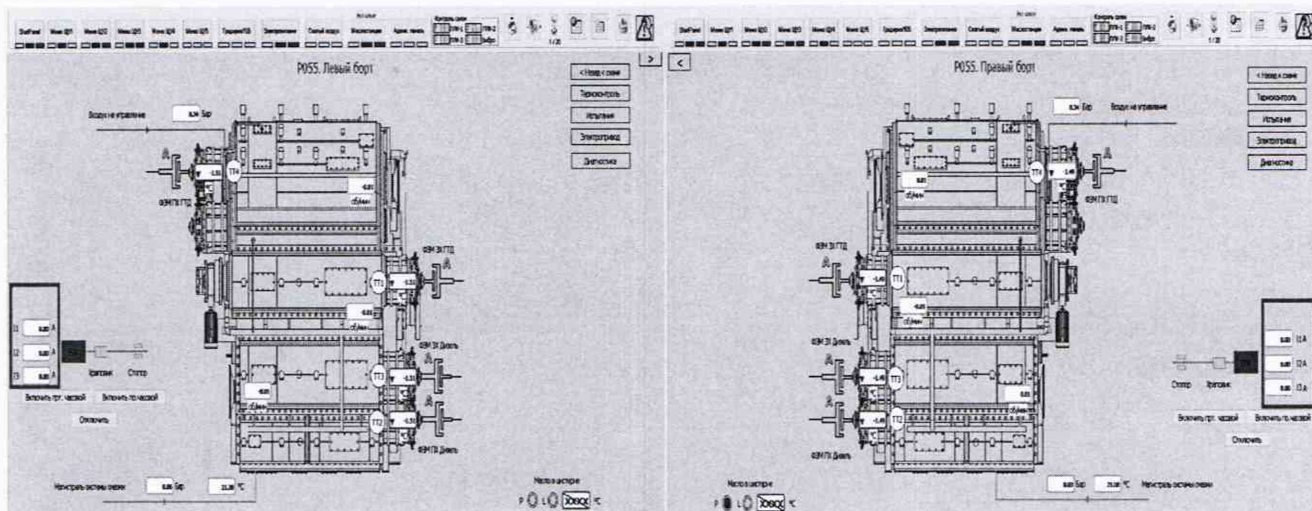


Рисунок 4 Окно с результатами измерений ИК силы переменного тока

## 8 Обработка результатов измерений

### 8.1 Проведение измерений

На каждом поверяемом ИК, у которых нулевое значение измеряемой величины расположено на краю диапазона измерений, измерения проводятся не менее, чем в пяти равномерно распределенных по диапазону точках, и одиннадцати для ИК нулевое значение которых расположено в середине диапазона измерений. При поэлементном способе в каждой точке производится по три измерения. При комплектном – по одному.

### 8.2 Расчет погрешностей

#### 8.2.1 Расчет абсолютной погрешности

Значение абсолютной погрешности измерений  $\Delta$  вычисляется по формуле (2):

$$\Delta = X_{\text{ИЗМ}} - X_{\text{ЭТ}}, \quad (2)$$

где  $X_{\text{ИЗМ}}$  - результат измерений, определенный в п. 4.14.1;

$X_{\text{ЭТ}}$  – эталонное (действительное) значение измеряемой величины.

#### 8.2.2 Расчет приведенной погрешности

Значение, приведенной к ВП, погрешности измерений  $\gamma$  вычисляется по формуле (3):

$$\gamma = (\Delta/X_{\text{ВП}}) \cdot 100, \quad (3)$$

где  $\Delta$  - значение абсолютной погрешности, определенное в п. 4.14.2.1;

$X_{\text{ВП}}$  – верхний предел диапазона измерений ИК.

### 8.3 Расчет приведенных погрешностей ИК при поэлементном способе

Приведенная к ВП, погрешность измерений ИК вычисляется по формуле (4):

$$\gamma = \gamma_{\text{ДАТ}} + |\gamma_{\text{В}}|, \quad (4)$$

где  $\gamma$  - приведенная к ВП, погрешность измерений ИК;

$\gamma_{\text{ДАТ}}$  - приведенная к ВП, погрешность первичного преобразователя ИК;

$\gamma_{\text{В}}$  - приведенная к ВП, погрешность вторичной части ИК.

#### 8.3.1 Расчет погрешностей ИК избыточного давления

Приведенная к ВП, погрешность измерений избыточного давления вычисляется по формуле (5):

$$\gamma_1 = \gamma_{д1} + \gamma_{в1}, \quad (5)$$

где  $\gamma_1$  - приведенная к ВП, погрешность измерений избыточного давления;  
 $\gamma_{д1}$  - приведенная к ВП, погрешность преобразователей давления измерительного ОВЕН ПД100 и DMP331i;

$\gamma_{в1}$  - приведенная к ВП, погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям избыточного давления.

При этом, приведенная к НЗ, погрешность датчика давления вычисляется по формуле (6):

$$\gamma_{д1} = \gamma_{ди} \cdot (ДИ/ВП), \quad (6)$$

где  $\gamma_{д1}$  - приведенная к ВП ИК, погрешность преобразователя давления;

$\gamma_{ди}$  - приведенная к диапазону измерений (ДИ) погрешность преобразователя давления измерительного DMP331i, определенная при его автономной поверке по установленной методике;

ДИ - диапазон измерений преобразователя давления измерительного DMP331i, для которого нормируется его погрешность;

ВП – верхний предел измерений ИК (одинаковый для всех составляющих погрешности, вычисляемых по формулам (5) и (6) для каждого конкретного ИК).

8.3.2 Приведенная к ВП, погрешность измерений температуры (с термопреобразователями сопротивления) вычисляется по формуле (7):

$$\gamma_2 = \gamma_{д2} + \gamma_{в2}, \quad (7)$$

где  $\gamma_2$  - приведенная к ВП ИК, погрешность измерений температуры (с термопреобразователями сопротивления);

$\gamma_{д2}$  - приведенная к ВП, погрешность термометров сопротивления морских ТСП/1-8040 и термопреобразователя сопротивления серии Т, мод ТТ1081;

$\gamma_{в2}$  - приведенная к ВП, погрешность измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры.

8.3.3 Приведенная к ВП, погрешность измерений крутящего момента силы вычисляется по формуле (8):

$$\gamma_3 = \gamma^I + \gamma_{в3}, \quad (8)$$

где  $\gamma_3$  - приведенная к ВП ИК, погрешность измерений крутящего момента силы;

$\gamma^I$  - приведенная к ВП, погрешность преобразования крутящего момента силы в значения силы постоянного тока на выходе датчика крутящего момента силы Т40FM с интерфейсным модулем ТИМ40;

$\gamma_{в3}$  - приведенная к ВП, погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы.

8.3.4 Приведенная к ВП ИК, погрешность измерений частоты вращения вычисляется по формуле (9):

$$\gamma_4 = \gamma_{д4} + \gamma_{в4}, \quad (9)$$

где  $\gamma_4$  - приведенная к ВП ИК, погрешность измерений частоты вращения;

$\gamma_{д4}$  - приведенная к ВП, погрешность тахометра электронного цифрового ТСП-04, исп.1 согласно его описанию типа;

$\gamma_{в4}$  - приведенная к ВП, погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующего значениям частоты вращения.



8.3.5 Приведенная к ВП ИК, погрешность измерений среднеквадратических значений силы переменного тока вычисляется по формуле (10):

$$\gamma_5 = \gamma_{д5} + \gamma_{в5}, \quad (10)$$

где  $\gamma_5$  - приведенная к ВП, погрешность измерений среднеквадратических значений силы переменного тока;

$\gamma_{д5}$  - приведенная к ВП, погрешность преобразования среднеквадратических значений силы переменного тока преобразователями силы переменного тока измерительными ДТТ, мод. ДТТ-03Т в значения силы постоянного тока согласно его описанию типа;

$\gamma_{в5}$  - приведенная к ВП, погрешность измерений силы постоянного тока, соответствующих среднеквадратическим значениям силы переменного тока.

## **9 Оформление результатов поверки**

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

9.2 Положительные результаты поверки СИС оформить свидетельством о поверке в установленном порядке.

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

9.4 В случае сокращения объема поверки соответствующие записи заносятся в свидетельство о поверке.

9.5 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

## Приложение А

(обязательное)

### Схемы поверки

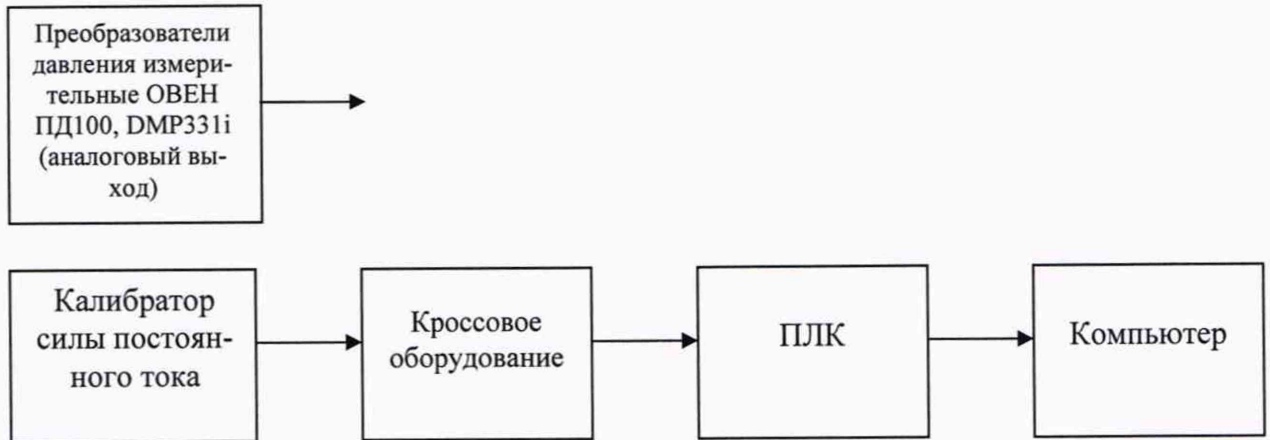
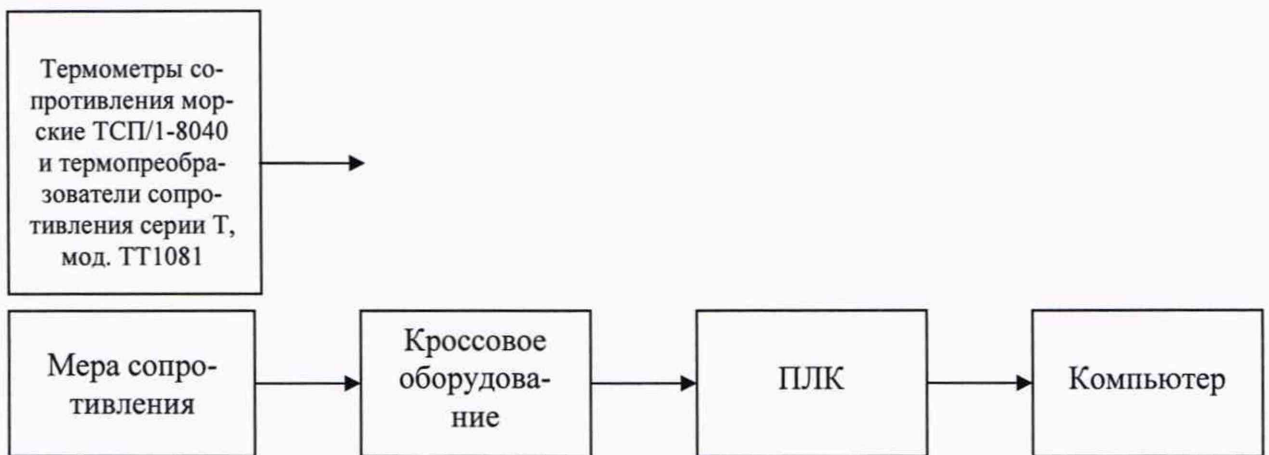


Рисунок А.1 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления

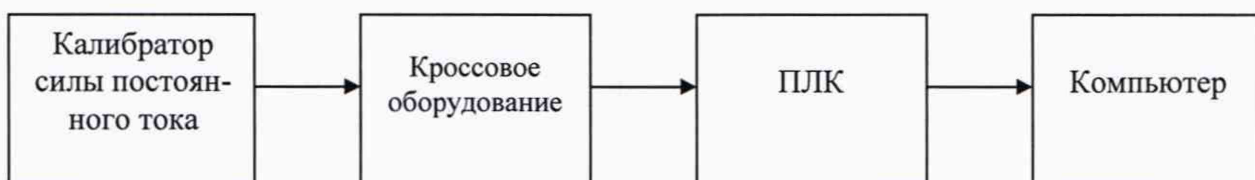


ТС - термопреобразователь сопротивления

Рисунок А.2 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений температуры

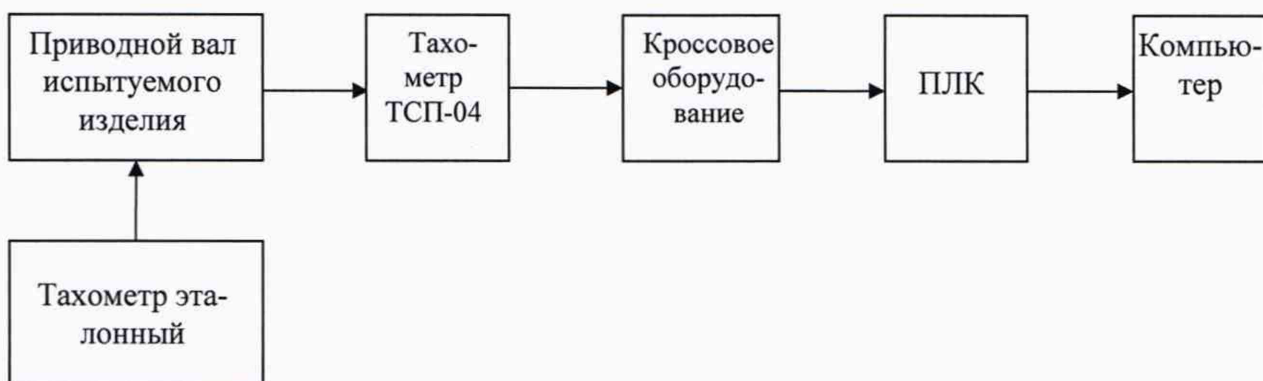


а)



б)

Рисунок А.3 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы



а) комплектный способ



б) поэлементный способ

Рисунок А.4.1 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения приводных валов

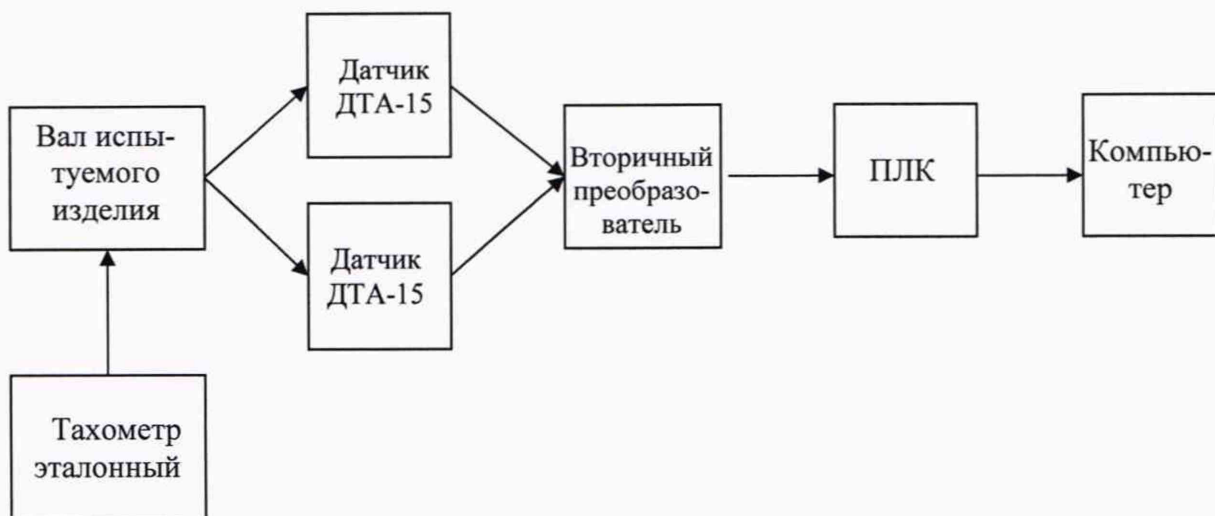


Рисунок А.4.2 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов ДД, ГТД и на винт испытуемых изделий



Рисунок А.5 - Схема определения приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока ВПУ испытуемых изделий

**Приложение Б**  
(рекомендуемое)

**Протокол поверки**  
Системы измерительной испытательного стенда 472-17-905  
заводской номер 472-17-905

1 Вид поверки \_\_\_\_\_

2 Дата поверки: \_\_\_\_\_

3 Средства поверки:

\_\_\_\_\_

4 Условия поверки:

Температура окружающей среды, °С \_\_\_\_\_

Относительная влажность, % \_\_\_\_\_

Атмосферное давление, кПа \_\_\_\_\_

5 Результаты экспериментальных исследований

5.1 Внешний осмотр \_\_\_\_\_

5.2 Опробование \_\_\_\_\_

5.3 Проверка ПО \_\_\_\_\_

5.4.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления в рабочем диапазоне измерений (осуществляется поэлементно)

(ИК избыточного давления)

5.4.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления масла на входе в маслоагрегаты или испытуемые изделия в рабочем диапазоне измерений (для ИК Р1<sub>пв</sub>, Р2<sub>пв</sub>, Р3<sub>пв</sub>, Р4<sub>пв</sub>)

Таблица Б.1.1

Обозначение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК I <sub>вх</sub> , мА	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК P <sub>эт</sub> , бар	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК ΔP <sub>махв</sub> , бар	Приведенная погрешность вторичной части ИК, γ <sub>в1</sub> %	Приведенная к ВП погрешность датчика, γ <sub>д1</sub> , %	Приведенная к ВП погрешность ИК γ <sub>1</sub> , %
			P <sub>изм</sub> , бар						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P <sub>масла</sub>	4,0	0						0,5	
	8,0	4						0,5	
	12,0	8						0,5	
	16,0	12						0,5	
	20,0	16						0,5	

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления масла на входе в маслоагрегаты или испытуемые изделия в рабочем диапазоне измерений составило \_\_\_\_\_ % и находится в допусках ±2 %.

5.4.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления воздуха на входе в испытуемые изделия в рабочем диапазоне измерений (для ИК  $P_{\text{возд}}$ )

Таблица Б.1.2

Обозначение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК $I_{\text{вх}}$ , мА	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК $P_{\text{эт}}$ , бар	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК $\Delta P_{\text{махв}}$ , бар	Приведенная погрешность вторичной части ИК, $\gamma_{\text{в1}}$ %	Приведенная к ВП погрешность датчика, $\gamma_{\text{д1}}$ , %	Приведенная к ВП погрешность ИК $\gamma_1$ , %
			$P_{\text{изм}}$ , бар						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{возд}}$	4,0	14						0,125	
	8,0	14,5						0,125	
	12,0	15						0,125	
	16,0	15,5						0,125	
	20,0	16						0,125	

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений избыточного давления воздуха на входе в испытуемые изделия в рабочем диапазоне измерений составило \_\_\_\_\_ % и находится в допускаемых пределах  $\pm 2$  %.

5.4.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры в рабочем диапазоне измерений (осуществляется поэлементно)

(ИК температуры)

5.4.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры (для ИК ТТ1<sub>ЛБ</sub>-ТТ30<sub>ЛБ</sub>, ТТ1<sub>ПБ</sub>-ТТ30<sub>ПБ</sub>)

Таблица Б.2.1

Обозначение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК $R_{\text{вх}}$ , Ом	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК $TT_{\text{эт}}$ , °С	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК $\Delta TT_{\text{махв}}$ , °С	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК $\gamma_{\text{в2}}$ , %	Приведенная к ВП погрешность датчика $\gamma_{\text{д2}}$ , %	Приведенная к ВП погрешность ИК $\gamma_2$ , %
			$TT_{\text{изм}}$ , °С						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ТТ	50,99	5						0,27	
	55,92	30						0,375	
	61,80	60						0,5	
	67,62	90						0,625	
	73,39	120						0,75	

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений температуры с термометрами сопротивления морскими в рабочем диапазоне измерений составило \_\_\_\_\_ % и находится в пределах  $\pm 2$  %.

5.4.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений температуры (для ИК Т<sub>м1ЛБ</sub>, Т<sub>м2ПБ</sub>)

Таблица Б.2.2

Обозначение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК R <sub>вх</sub> , Ом	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК T <sub>м эт</sub> , °C	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК ΔT <sub>м макс</sub> , °C	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК γ <sub>в2</sub> , %	Приведенная к ВП погрешность датчика γ <sub>д2</sub> , %	Приведенная к ВП погрешность ИК γ <sub>2</sub> , %
			T <sub>м изм</sub> , °C						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T <sub>м</sub>	92,16	-20						0,07	
	109,73	25						0,13	
	127,08	70						0,19	
	140,40	105						0,24	
	157,33	150						0,3	

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений температуры с термопреобразователями сопротивления серии ТТ в рабочем диапазоне измерений составило \_\_\_\_\_ % и находится в пределах ±2 %.

5.4.3 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений

ИК крутящего момента силы (для ИК M<sub>нагр</sub>)

5.4.3.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в диапазоне от 2000 до 70000 Н·м.

5.4.3.1.1 Определение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока первичной части ИК (датчика крутящего момента силы К-Т40FM-080R с интерфейсным модулем ТИМ40).

Таблица Б.3.1.1 в диапазоне от 2000 до 70000 Н·м

№, i	Заданное значение M <sub>n,i</sub> , кН·м	Измеренное значение I <sub>n,i</sub> , (I' <sub>n,i</sub> ), В			I <sub>ном,i</sub> , мА	I <sub>i</sub> , (I' <sub>i</sub> ), мА	γ <sub>i</sub> <sup>I</sup> , %
		I <sub>1,i</sub>	I <sub>2,i</sub>	I <sub>3,i</sub>			
1	2000				12,200		
2	10000				13,000		
3	25000				14,500		
4	40000				16,000		
5	50000				17,500		
6	70000				19,000		
7	50000				17,500		
8	40000				16,000		
9	25000				14,500		
10	10000				13,000		
11	2000				12,200		

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока составляет \_\_\_\_\_

5.4.3.1.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значению крутящего момента силы и погрешности ИК в целом в диапазоне от 2000 до 70000 Н·м

Таблица Б.3.1.2

Обозначение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК $I_{вх}, \text{мА}$	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК $M, \text{Н}\cdot\text{м}$	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК $\Delta M_{\text{макс}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК, $\gamma_{вз}, \%$	Максим. значение приведенной к ВП погрешности преобразования, $\gamma^I, \%$	Приведенная к ВП погрешность ИК $\gamma_3, \%$
			$M_{\text{изм}}, \text{Н}\cdot\text{м}$						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M_{\text{нагр}}$	12,2	2000							
	13,0	10000							
	14,5	25000							
	16,0	40000							
	17,5	50000							
	19,0	70000							

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений от 2000 до 70000 Н·м составило \_\_\_\_\_ % и находится в допусках  $\pm 1,5 \%$ .

5.4.3.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений от 1300 до 12600 Н·м

ИК крутящего момента силы (ИК  $M_{\text{нагр}}$ )

5.4.3.2.1 Определение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока первичной части ИК (датчика крутящего момента силы К-Т40FM-040R с интерфейсным модулем ТИМ40).

Таблица Б.3.2.1 в диапазоне от 1300 до 12600 Н·м

№, $i$	Заданное значение $M_{n,i}, \text{кН}\cdot\text{м}$	Измеренное значение $I_{n,i}, I_{\text{ном},i}, \text{мА}$			$I_i, (\bar{I}_i), \text{мА}$	$\gamma_i^I, \%$
		$I_{1,i}$	$I_{2,i}$	$I_{3,i}$		
1	1300				12,260	
2	3500				12,700	
3	7000				13,400	
4	10500				14,100	
5	14000				14,800	
6	16200				15,240	
7	14000				14,800	
8	10500				14,100	
9	7000				13,400	
10	3500				12,700	
11	1300				12,260	

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности преобразования крутящего момента силы в значение силы постоянного тока составляет \_\_\_\_\_



5.4.3.2.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значению крутящего момента силы и погрешности ИК в целом в диапазоне от 1300 до 16200 Н·м

Таблица Б.3.2.2

Обозначение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК $I_{вх}, \text{мА}$	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК $M, \text{Н}\cdot\text{м}$	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК $\Delta M_{\text{махв}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК, $\gamma_{в3}, \%$	Максим. значение приведенной к ВП погрешности преобразования, $\gamma^I, \%$	Приведенная к ВП погрешность ИК $\gamma_3, \%$
			$M_{\text{изм}}, \text{Н}\cdot\text{м}$						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M_{\text{нагр}}$	12,26	1300							
	12,7	3500							
	13,4	7000							
	14,1	10500							
	14,8	14000							
	15,24	16200							

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений от 1300 до 16200 кН·м составило \_\_\_\_\_ % и находится в допускаемых пределах  $\pm 1,5 \%$ .

5.4.4 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения в рабочем диапазоне измерений

(ИК частоты вращения)

5.4.4.1 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения приводных валов в рабочем диапазоне измерений (осуществляется комплектно или поэлементно)

ИК частоты вращения приводных валов  $V_{\text{двиг}}, V_{\text{ген}}$

Таблица Б.4.1.1 (поэлементный способ)

Обозначение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК $I_{вх}, \text{мА}$	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК $V_{\text{эт}}, \text{об/мин}$	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК $\Delta V_{\text{махв}}, \text{об/мин}$	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК, $\gamma_{в4}, \%$	Приведенная погрешность датчика, $\gamma_{д4}, \%$	Приведенная к ВП погрешность ИК $\gamma_4, \%$
			$V_{\text{изм}}, \text{об/мин}$						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_{\text{прив}}$	4,016	20						0,04	
	4,144	100						0,2	
	4,305	200						0,4	
	4,465	300						0,6	
	4,625	400						0,8	
	4,786	500						1	

Таблица Б.4.1.2 (комплектный способ)

Обозначение ИК	Значения частоты вращения, об/мин	Показания эталонного тахометра, $V_{эт}$ , об/мин	Показания ИК $V_{изм}$ , об/мин	Абсолютная погрешность ИК $\Delta$ , об/мин	Приведенная к ВП погрешность ИК $\gamma_4$ , %
1	2	3	4	5	6
$V_{прив}$	20				
	100				
	200				
	300				
	400				
	500				

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения приводных валов (с тахометрами электронными цифровыми ТСП-04) в рабочем диапазоне измерений составило \_\_\_\_\_ % и находится в пределах  $\pm 2$  %.

5.4.4.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов ДД, ГТД и на винт испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений (осуществляется комплектно)

ИК частоты вращения валов ДД, ГТД и на винт испытуемых изделий  $V_{1ЛБ} - V_{3ЛБ}$ ,  $V_{4ПБ} - V_{6ПБ}$

Таблица Б.4.2.1 ИК  $V_{1ЛБ}$ ,  $V_{4ПБ}$

Обозначение ИК	Значения частоты вращения, об/мин	Показания эталонного тахометра, $V_{эт}$ , об/мин	Показания ИК $V_{изм}$ , об/мин	Абсолютная погрешность ИК $\Delta$ , об/мин	Приведенная к ВП погрешность ИК $\gamma_4$ , %
1	2	3	4	5	6
V	-1000				
	-750				
	-500				
	-250				
	-40				
	0				
	40				
	250				
	500				
	750				
	1000				

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов ДД испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений составило \_\_\_\_\_ % и не превышает  $\pm 1$  %.

Таблица Б.4.2.2 ИК V2<sub>ЛБ</sub>, V5<sub>ПБ</sub>

Обозначение ИК	Значения частоты вращения, об/мин	Показания эталонного тахометра, V <sub>эт</sub> , об/мин	Показания ИК V <sub>изм</sub> , об/мин	Абсолютная погрешность ИК Δ, об/мин	Приведенная к ВП погрешность ИК γ <sub>4</sub> , %
1	2	3	4	5	6
V	-2089				
	-1500				
	-1000				
	-500				
	-40				
	0				
	40				
	500				
	1000				
	1500				
	2089				

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов ГТД испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений составило \_\_\_\_\_ % и не превышает ±0,5 %.

Таблица Б.4.2.3 ИК V3<sub>ЛБ</sub>, V6<sub>ПБ</sub>

Обозначение ИК	Значения частоты вращения, об/мин	Показания эталонного тахометра, V <sub>эт</sub> , об/мин	Показания ИК V <sub>изм</sub> , об/мин	Абсолютная погрешность ИК Δ, об/мин	Приведенная к ВП погрешность ИК γ <sub>4</sub> , %
1	2	3	4	5	6
V	-144				
	-100				
	-70				
	-40				
	-10				
	0				
	10				
	40				
	70				
	100				
	144				

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений частоты вращения валов на винт испытуемых изделий в рабочем диапазоне измерений составило \_\_\_\_\_ % и не превышает ±0,7 %.

5.4.5 Определение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока ВПУ испытываемых изделий в рабочем диапазоне измерений (осуществляется поэлементно)

ИК силы переменного тока ВПУ испытываемых изделий П1÷П3 ЛБ, П1÷П3 ПБ

Таблица Б.5 ИК П1÷П3 ЛБ, П1÷П3 ПБ

Обозначение ИК	Сигнал, подаваемый на вход вторичной части ИК $I_{вх}, \text{мА}$	Расчетное (эталонное) значение выходного сигнала ИК $I_{эт}, \text{А}$	Измеренное значение выходного сигнала ИК (3 изм.)			Абсолютная погрешность вторичной части ИК $\Delta I_{\text{махв}}, \text{А}$	Приведенная к ВП погрешность вторичной части ИК, $\gamma_{В5}, \%$	Приведенная к ВП погрешность датчика, $\gamma_{д5}, \%$	Приведенная к ВП погрешность ИК $\gamma_5, \%$
			$I_{\text{изм}}, \text{А}$						
			1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	4,0	0						0,7	
	8,0	5						0,7	
	12,0	10						0,7	
	16,0	15						0,7	
	20,0	20						0,7	

Максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений среднеквадратических значений силы переменного тока ВПУ испытываемых изделий в рабочем диапазоне измерений составило \_\_\_\_\_ % и находится в допустимых пределах  $\pm 2,5$  %.

#### 6 Выводы

Погрешности Системы измерительной испытательного стенда 472-17-905 зав. № 472-17-905 не превышают пределов допускаемой погрешности.

Результаты поверки: \_\_\_\_\_

Дата очередной поверки: \_\_\_\_\_

Поверитель:

\_\_\_\_\_

Должность

Дата

Подпись

ФИО

## Приложение В

(справочное)

### Перечень измеряемых параметров СИС

В.1 Перечень измеряемых параметров СИС приведен в таблице В.1.

В таблице В.1 используются следующие сокращения:

ВП - верхний предел диапазона измерений;

ДД – дизельный двигатель;

ГТД – газотурбинный двигатель;

ВПУ – валоповоротное устройство.

Таблица В.1

Наименование параметра (номер ИК)	Обозначение параметра	Диапазон измерений	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений
ИК избыточного давления			
Давление масла на входе в мас- лоагрегаты (ИК 32,71)	P <sub>4ЛБ</sub> , P <sub>1ПБ</sub>	от 0 до 1,6 МПа (от 0 до 16 бар)	±2 %
Давление масла на входе в ис- пытываемые изделия (ИК 33, 72)	P <sub>3ЛБ</sub> , P <sub>2ПБ</sub>	от 0 до 1,6 МПа (от 0 до 16 бар)	±2 %
Давление воздуха на входе в ис- пытываемые изделия (ИК 82)	P <sub>возд</sub>	от 1,4 до 1,6 МПа (от 14 до 16 бар)	±2 %
ИК температуры			
Температура подшипников ше- стерней (ИК 1 - 26; 40 – 65)	ТТ5 <sub>ЛБ</sub> ÷ТТ30 <sub>ЛБ</sub> , ТТ5 <sub>ПБ</sub> ÷ТТ30 <sub>ПБ</sub>	от +5 до +120 °С	±2 %
Температура масла гидромурфт (ИК 27 – 29; 66 – 68)	ТТ1 <sub>ЛБ</sub> ÷ТТ3 <sub>ЛБ</sub> , ТТ1 <sub>ПБ</sub> ÷ТТ3 <sub>ПБ</sub>	от +5 до +120 °С	2 %
Температура гидрозамедлителей (ИК 30, 69)	ТТ4 <sub>ЛБ</sub> , ТТ4 <sub>ПБ</sub>	от +5 до +120 °С	±2 %

Наименование параметра (номер ИК)	Обозначение параметра	Диапазон измерений	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений
Температура масла на входе в испытываемые изделия (ИК 31, 70)	$T_{м1ЛБ}, T_{м2ПБ}$	от -20 до +150 °С	±2 %
ИК крутящего момента силы			
Крутящий момент силы (ИК 81)	$M_{нагр}$	от 2000 до 70000 Н·м от 1300 до 16200 Н·м	±1,5 %
ИК частоты вращения			
Частота вращения приводных валов (ИК 79, 80)	$V_{двиг}, V_{ген}$	от 20 до 500 об/мин	±2 %
Частота вращения валов ДД ис- пытываемых изделий (ИК 34, 73)	$V1ЛБ, V4ПБ$	от -1000 до +1000 об/мин	±1 %
Частота вращения валов ГТД испытываемых изделий (ИК 35, 74)	$V2ЛБ, V5ПБ$	от -2089 до +2089 об/мин	±0,5 %
Частота вращения валов на винт испытываемых изделий (ИК 36, 75)	$V3ЛБ, V6ПБ$	от -144 до +144 об/мин	±0,7 %
ИК силы переменного тока			
Сила переменного тока ВПУ ис- пытываемых изделий (ИК 37 – 39; ИК 76 – 78)	$I1ЛБ÷I3ЛБ,$ $I1ПБ÷I3ПБ$	от 0 до 20 А	±2,5 %