

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

(подпись с расшифровкой подписи)



## Системы измерительно-управляющие Kawasaki GPB80D

### МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

н.р.61281-15

г. Москва  
2015 г.

Настоящая методика устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок измерительных каналов (далее - ИК) систем измерительно-управляющих Kawasaki GPB80D (далее – системы), изготовленных фирмой Kawasaki Heavy Industries Ltd., Япония.

Перечень ИК и их метрологические характеристики приведены в Приложении А.

Системы предназначены для измерения и контроля технологических параметров в реальном масштабе времени, выработки сигналов управления и регулирования, обеспечения сигнализации и противоаварийной защиты, а также визуализации, накопления, регистрации и хранения информации о состоянии технологических параметров газотурбинной установки.

Ввод в эксплуатацию каждой системы у потребителя должен проводиться по положительным результатам первичной поверки, проведенной соответствующей метрологической службой. В дальнейшем поверка должна проводиться с периодичностью один раз в год и после каждого ремонта системы.

Система относится к ИС-2 по ГОСТ Р 8.596-2002.

Первичную поверку системы проводят после ремонта системы, замены её измерительных компонентов, если эти события могли повлиять на метрологические характеристики ИК. Допускается подвергать поверке только те ИК, которые подверглись указанным выше воздействиям, при условии, что собственник системы подтвердит официальным заключением, что остальные ИК этим воздействиям не подвергались. В этом случае оформляется свидетельство о поверке системы с перечнем поверенных ИК.

## 1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Обязательность проведения операции при	
		первой поверке	периодической поверке
Подготовка к проведению поверки	6	Да	Да
Проведение поверки	7		
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Проверка функционирования системы	7.2	Да	Да
Проверка метрологических характеристик ИВК	7.3	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения силы постоянного тока	7.3.1	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения напряжения Постоянного тока	7.3.2	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения температур совместно с термопреобразователями сопротивления.	7.3.3	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения температуры совместно с термопарами	7.3.4	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения силы переменного тока	7.3.5	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения напряжения переменного тока	7.3.6	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения частоты	7.3.7	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения активной мощности, реактивной мощности и коэффициента мощности	7.3.8	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения давления	7.3.9	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения расхода	7.3.10	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения перемещения	7.3.11	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения виброскорости	7.3.12	Да	Да

<b>Наименование операции</b>	<b>Номер пункта</b>	<b>Обязательность проведения операции при</b>	
		<b>первичной поверке</b>	<b>периодической поверке</b>
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения положения клапана	7.3.13	Да	Да
Проверка метрологических характеристик системы	7.4	Да	Да
Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности каналов измерения температуры совместно с термопреобразователями сопротивления	7.4.1	Да	Да
Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности каналов измерения температуры совместно с термопарами	7.4.2	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности каналов измерения давления	7.4.3	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности канала измерения силы постоянного тока	7.4.4	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности каналов измерения перемещения	7.4.5	Да	Да
Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности каналов измерения вибrosкорости	7.4.6	Да	Да
Идентификация программного обеспечения	7.5	Да	Да
Оформление результатов поверки	8	Да	Да

1.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

1.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки систему бракуют и поверку прекращают.

## 2 Средства поверки

При проведении поверки применяют основные средства измерений и вспомогательные устройства, в соответствии с методиками поверки, указанными в описаниях типа на измерительные компоненты системы, а так же средства поверки по НД на измерительные компоненты.

Основные средства поверки:

- калибратор универсальный 9100 (Госреестр № 25985-09);
- калибратор переменного тока Ресурс-К2 (Госреестр № 31319-12).

Средства поверки на первичные измерительные преобразователи в соответствии с нормативной документацией:

- ГОСТ Р 8.624-2006 «ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки»;

- ГОСТ 8.338-2002 «ГСИ. Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки»;
- МИ 2086-90 «Датчики давления пневматические. Методика поверки»;
- МИ 4212-025-2013 «Преобразователи давления измерительные 2051. Методика поверки»;
- МП 14061-10 «Преобразователи давления измерительные 3051. Методика поверки»;
- МП 56536-14 «Преобразователи перемещения тока вихревые BN-PPT. Методика поверки»;
- ГОСТ Р 8.669-2009 «Виброметры с пьезоэлектрическими, индукционными и вихревоковыми вибропреобразователями. Методика поверки».

Примечания:

1. Допускается применение других основных и вспомогательных средств поверки с метрологическими характеристиками, обеспечивающими требуемые точности измерений.
2. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть внесены в Госреестр СИ и иметь действующие свидетельства о поверке.

### **3 Требования к квалификации поверителей**

К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в соответствии с ПР 50.2.012–94 в качестве поверителей средств измерений, входящих в состав системы, имеющих опыт работы не менее 1 года и удостоверение, подтверждающее право работы с группой по электробезопасности не ниже III, и изучивших настоящую методику поверки.

#### **ВНИМАНИЕ!**

При проведении поверочных и измерительных работ должны присутствовать представители цеха-владельца системы, имеющие опыт работы и право на подключение и отключение эталонных и поверяемых средств измерений в соответствии со схемой поверки или с методикой выполнения поверки.

### **4 Требования безопасности**

Поверку должен проводить персонал, после ознакомления со следующими документами:

- Руководством по эксплуатации на систему.
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ №328н от 24.07.2013

Лица, допускаемые к проведению испытаний должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

### **5 Условия поверки**

Условия поверки системы должны соответствовать условиям ее эксплуатации, нормированным в эксплуатационной документации, средства поверки должны применяться в условиях, указанных в документации на них.

### **6 Подготовка к поверке**

6.1 Для проведения поверки представляют следующие копии документов:

- руководство пользователя АСОТТ;
- описание типа АСОТТ;
- свидетельств о поверке измерительных компонентов, входящих в ИК, и свидетельство о предыдущей поверке системы (при периодической и внеочередной поверке);
- сертификаты калибровки измерительных компонентов входящих в ИК, поставляемые изготовителем в комплекте с эксплуатационной документацией на систему (при первичной поверке);
- рабочие журналы системы с данными по климатическим и иным условиям эксплуатации за интервал между поверками (только при периодической поверке);

6.2 Перед проведением поверки на месте эксплуатации системы выполняют следующие подготовительные работы:

- проводят организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности поверочных работ в соответствии с действующими правилами;
- проводят организационно-технические мероприятия по доступу поверителей и персонала к местам установки всех уровней системы.
  - подготавливают к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на средства поверки (все средства измерений должны быть исправны и поверены);
    - измеряют и заносят в протокол поверки результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления, а также частоты питающей сети, напряжения питающей сети и коэффициента искажения синусоидальности напряжения питающей сети.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

Проведением внешнего осмотра проверяют маркировку и наличие необходимых надписей на наружных панелях, а также комплектность поставки.

Проверяют отсутствие механических повреждений, способных повлиять на работоспособность. Система не должна иметь следов коррозии, нарушений покрытий, нечитаемых надписей и дефектов, препятствующих эксплуатации и поверке. Проверка комплектности проводится сличением наличной комплектности с данными указанными в эксплуатационной документации и спецификации на поставку системы.

*Результат внешнего осмотра считают положительным, если маркировка, надписи на наружных панелях и комплектность соответствуют данным, указанным в эксплуатационной документации и спецификации на поставку системы и отсутствуют механические повреждения, способные повлиять на работоспособность системы.*

### 7.2 Проверка функционирования системы

7.2.1 Проверку работоспособности компонентов в составе системы проводят в соответствии с руководством по эксплуатации путем выполнения следующих операций:

- проверяют правильность подключения компонентов, входящих в состав системы, на соответствие схемам внешних соединений, схемам электрическим принципиальным;
- подают напряжение питания.

*Компоненты в составе системы считаются работоспособными, если светятся все индикаторы, отсутствуют коды ошибок или предупреждений об ошибках.*

7.2.2 Проверку работоспособности вспомогательных технических средств (модули согласования связи, преобразователи интерфейсов, блоки гальванической развязки и др.) проводят в следующей последовательности:

- проверяют правильность подключения вспомогательных технических средств, входящих в состав системы, на соответствие схемам внешних соединений, схемам электрическим принципиальным;
- подают напряжение питания.

Подача питания должна индицироваться соответствующими элементами сигнализации (светодиодами и лампочками).

После успешного установления связи между удаленными объектами, ИВК и АРМ оператора проводится опрос измерительных преобразователей.

*Вспомогательные технические средства считаются исправно функционирующими в составе системы, если по установленному соединению успешно прошел опрос измерительных преобразователей и ИВК и на АРМ оператора осуществляется отображение состояния компонентов системы и результатов измерений.*

7.2.3 Проверку работоспособности системы в целом проводят с ИВК и АРМ оператора при помощи программного обеспечения, в котором должны быть заданы конфигурация компонентов испытываемой системы, исходные данные. Сбор данных со всех СИ, входящих в состав системы, а также вычисление учетных параметров осуществляется с помощью алгоритмов вычислений, реализованных в ИВК.

*Результаты проверки положительные, если по завершению опроса всех компонентов в отчетах присутствуют показания учетных параметров с указанием текущих даты и времени.*

7.2.4 Проверка индикации, контроля и сигнализации предельных значений

Задают на АРМ оператора предельные значения (уставки) технологических параметров такие, чтобы текущее значение не входило в установленные пределы (было меньше нижнего предела или больше верхнего предела).

*Результаты проверки положительные, если при превышении текущего значения пределов, установленных оператором, срабатывает сигнализация.*

7.2.5 Проверка функции формирования и сохранения отчетов

По истечении выбранного отчетного периода (2 ч, смена, сутки, месяц) на АРМ оператора проверяют сохранение и отображение отчетов за выбранный период. Содержание отчетов должно соответствовать содержанию, приведенному в эксплуатационной документации на АРМ оператора.

*Результаты проверки положительные, если отображение и загрузка отчетов происходит без сбоев и ошибок.*

7.2.6 Проверка возможности формирования журналов событий и аварий

Для формирования журналов событий и аварий - изменяют уставки и параметры измеряемых показателей, имитируют аварийные ситуации.

*Результаты проверки положительные, если при возникновении аварийной ситуации все события формируются в журнале аварий, все текущие события (изменение уставок, изменение текущих значений параметров и др.) формируются в журнале событий с отображением даты и времени возникновения события.*

7.2.7 Контроль функционирования сети RS-485, линий связи и протокола обмена данными Modbus

Контроль функционирования сети RS-485 и протокола Modbus заключается в наблюдении за поступлением текущих данных от ИВК и соответствия этих данных текущему состоянию объекта контроля (работа или останов).

Контроль функционирования линий связи проводят путем выполнения следующих операций:

- проверяют наличие сигнализации о включении в сеть компонентов, входящих в состав системы;
- поступление информации по линиям связи;
- проверяют наличие сигнализации об обрыве линий связи.

*Функционирование сети RS-485, линий связи и протокола обмена данными Modbus считается корректным* если поступающие от ИВК данные соответствуют действительному состоянию объекта контроля.

### 7.3. Проверка метрологических характеристик ИВК

7.3.1. Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения силы постоянного тока.

7.3.1.1. Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.1.2. С помощью программного обеспечения (ПО) производят настройку входного диапазона ИВК и переводят его в режим измерения силы постоянного тока.

7.3.1.3. На вход ИВК с помощью калибратора имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, поочередно подаем значения контрольного сигнала  $K_{вх}$  (см. Табл.2), соответствующие значениям контрольных точек  $K_o$  диапазона измерений силы постоянного тока.

Таблица 2

№	$K_{вх}$ , мВ	$K_o$ , А	$K_{изм}$ , А	$\gamma$ , %
1	0	0		
2	12	3		
3	24	6		
4	36	9		
5	48	12		
6	60	15		

Данные проверяемого параметра полученные на средствах отображения, записываем в таблицу 2 и по формуле 1 рассчитываем приведенную погрешность  $\gamma$  для каждого значения контрольного сигнала

$$\gamma = \frac{K_{изм} - K_{вх}}{K_o}, \quad (1)$$

где  $K_{изм}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК, А;

$K_{вх}$  – значение входного сигнала, соответствующее значениям контрольных точек диапазона измерений, А;

$K_o$  – значение ширины диапазона, А.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными*, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения силы постоянного тока не превышают указанных в Приложении А.

7.3.2 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока.

7.3.2.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.2.2 С помощью программного обеспечения (ПО) производят настройку входного диапазона ИВК и переводят его в режим измерения напряжения постоянного тока.

7.3.2.3 На вход ИВК от калибратора подают пять значений входного напряжения, вычисленные по формуле 2:

$$U_{\text{вх}} = (U_{\text{max}} - U_{\text{min}}) \cdot K + U_{\text{min}}, \quad (2)$$

где  $U_{\text{вх}}$  – значение входного напряжения, В;

$U_{\text{max}}$  – максимум диапазона измерения входного напряжения, В;

$U_{\text{min}}$  – минимум диапазона измерения входного напряжения, В;

$K$  – коэффициент диапазона входного сигнала, равный 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1.

7.3.2.4 Фиксируют пять значений входного напряжения, измеренные ИВК, и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 3:

$$\gamma = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{вх}}}{U_{\text{вх}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – значение входного напряжения, измеренное ИВК, В;

$U_{\text{вх}}$  – значение входного напряжения подаваемое с калибратора, В;

$U_{\delta}$  – значение ширины диапазона, В.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока не превышают указанных в Приложении А.*

7.3.3 Проверка пределов допускаемой основной приведенной погрешности измерения температуры совместно с термопреобразователями сопротивления.

7.3.3.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.3.2 Производят настройку входного диапазона ИВК и переводят его в режим измерения температуры совместно с термопреобразователями сопротивления.

7.3.3.3 В соответствии с ГОСТ 6651-2009 определяют диапазон значений входных сопротивлений, соответствующий диапазону измеряемых значений температуры.

7.3.3.4 На вход ИВК от калибратора подают пять значений входного сопротивления, вычисленные по формуле 4:

$$R_{\text{вх}} = (R_{\text{max}} - R_{\text{min}}) \cdot K + R_{\text{min}}, \quad (4)$$

где  $R_{\text{вх}}$  – значение входного сопротивления, Ом;

$R_{\text{max}}$  – максимум диапазона измерения входного сопротивления, Ом;

$R_{\text{min}}$  – минимум диапазона измерения входного сопротивления, Ом;

$K$  – коэффициент диапазона входного сигнала, равный 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1.

7.3.3.5 Фиксируют пять значений входной температуры, измеренные ИВК, и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 5:

$$\gamma = \frac{T_{\text{изм}} - T_{\text{вх}}}{T_{\delta}}, \quad (5)$$

где  $T_{изм}$  – значение входной температуры, измеренное ИВК,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $T_{вх}$  – значение входной температуры, соответствующей подаваемому входному сопротивлению  $-R_{вх}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $T_{\delta}$  – значение ширины диапазона,  $^{\circ}\text{C}$ .

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения температуры не превышают указанных в Приложении А.*

7.3.4 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения температуры совместно с термопарами.

7.3.4.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.4.2 Производят настройку входного диапазона ИВК и переводят его в режим измерения температуры совместно с термопарами.

7.3.4.3 В соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001 определяют диапазон значений термоэлектродвижущей силы в мВ (далее - входного напряжения), соответствующий диапазону измеряемых значений температуры.

7.3.4.4 На вход ИВК от калибратора подают пять значений входного напряжения, вычисленные по формуле 2.

7.3.4.5 Фиксируют пять значений входной температуры, измеренные ИВК, и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 5.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения температуры не превышают указанных в Приложении А.*

7.3.5 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения силы переменного тока.

7.3.5.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.5.2 С помощью программного обеспечения (ПО) производят настройку входного диапазона ИВК и переводят его в режим измерения силы переменного тока.

7.3.5.3 На вход ИВК с помощью калибратора имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, поочередно подаем значения контрольного сигнала  $K_{вх}$  (см. Табл.3), соответствующие значениям контрольных точек  $K$ , диапазона измерений силы переменного тока.

Таблица 3

№	$K_{вх}$ , А	$K$ , А	$K_{изм}$ , А	$\gamma$ , %
1	0	0		
2	1	120		
3	2	240		
4	3	360		
5	4	480		
6	5	600		

7.3.5.4 Данные проверяемого параметра полученные на средствах отображения, записываем в таблицу 3 и по формуле 6 рассчитываем приведенную погрешность  $\gamma$  для каждого значения контрольного сигнала

$$\gamma = \frac{K_{изм} - K_{вх}}{K_{\delta}}, \quad (6)$$

где  $K_{изм}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК, А;  
 $K_{вх}$  – значение входного сигнала, соответствующего значениям контрольных точек диапазона измерений, А;  
 $K_{\delta}$  – значение ширины диапазона, А.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения силы переменного тока не превышают указанных в Приложении А.*

7.3.6 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения напряжения переменного тока.

7.3.6.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.6.2 С помощью программного обеспечения (ПО) производят настройку входного диапазона ИВК и переводят его в режим измерения напряжения переменного тока.

7.3.6.3 На вход ИВК с помощью калибратора имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, поочередно подаем значения контрольного сигнала  $K_{вх}$  (см. Табл.4), соответствующие значениям контрольных точек  $K_{\delta}$  диапазона измерений напряжения переменного тока.

Таблица 4

№	$K_{вх}$ , В	$K_{\delta}$ , кВ	$K_{изм}$ , кВ	$\gamma$ , %
1	0	0		
2	20	3,15		
3	40	6,3		
4	60	9,45		
5	80	12,6		
6	100	15,75		

7.3.6.4 Данные проверяемого параметра полученные на средствах отображения, записываем в таблицу 4 и по формуле 7 рассчитываем приведенную погрешность  $\gamma$  для каждого значения контрольного сигнала

$$\gamma = \frac{K_{изм} - K_{вх}}{K_{\delta}}, \quad (7)$$

где  $K_{изм}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК, кВ;  
 $K_{вх}$  – значение входного сигнала, соответствующего значениям контрольных точек диапазона измерений, В;  
 $K_{\delta}$  – значение ширины диапазона, кВ.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения напряжения переменного тока не превышают указанных в Приложении А.*

7.3.7 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения частоты.

7.3.7.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.7.2 С помощью калибратора, имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, на ИВК поочередно подаем значения контрольного сигнала в единицах силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) соответствующие значениям контрольных точек диапазона измерения частоты. Расчет контрольных точек диапазона проводим с учетом линейной зависимости диапазона по физической величине измерительного канала и соответствующего аналогового сигнала.

Значение входного сигнала задают последовательно соответственно исследуемым установленным точкам диапазона измерений: 0; 25; 50; 75; 100%.

Измеренные значения считывают с соответствующей видеограммы на экране монитора АРМ.

7.3.7.3 Фиксируют пять значений входной частоты, измеренные ИВК, и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 8:

$$\gamma = \frac{f_{изм} - f_{ex}}{f_{\delta}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где  $f_{изм}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК, Гц.

$f_{ex}$  – значение входного сигнала, соответствующего подаваемому входному аналоговому сигналу в единицах измеряемой физической величин, Гц;

$f_{\delta}$  – значение ширины диапазона, Гц.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения частоты не превышают указанных в Приложении А.*

7.3.8 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения активной мощности, реактивной мощности и коэффициента мощности.

7.3.8.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.8.2 На калибраторе формируют испытательный сигнал из характеристик напряжения и тока:  $0,1 \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$ ,  $0,25 \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$ ,  $0,5 \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$ ,  $0,75 \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$ ,  $U_{ном} \cdot I_{ном}$  при  $\cos\varphi = 1$ .

7.3.8.3 Повторяют измерения по пунктам 7.3.8.2 при следующих значениях  $\cos\varphi$ : 0,5; 0,707; 0,866.

7.3.8.4 Фиксируют значения, измеренные прибором, и рассчитывают приведенную погрешность по формулам:

$$\gamma = \frac{P_{изм} - P_{ex}}{P_{\delta}} \cdot 100\%, \quad (9)$$

$$\gamma = \frac{Q_{изм} - Q_{ex}}{Q_{\delta}} \cdot 100\%, \quad (10)$$

$$\gamma = \frac{\cos\varphi_{изм} - \cos\varphi_{ex}}{\cos\varphi_{\delta}}, \quad (11)$$

где  $P_{ex}, P_{изм}$  – значение входной и измеренной активной мощности, кВт;

$Q_{ex}, Q_{изм}$  – значение входной и измеренной реактивной мощности, квр;

$\cos\varphi_{ex}, \cos\varphi_{изм}$  – значение входного и измеренного коэффициента мощности;

$P_{\delta}, Q_{\delta}, \cos\varphi_{\delta}$  – значения ширины диапазона соответствующих величин.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения активной мощности, реактивной мощности и коэффициента мощности не превышают указанных в Приложении А.*

### 7.3.9 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения давления

7.3.9.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.9.2 С помощью калибратора, имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, на ИВК поочередно подаем значения контрольного сигнала в единицах силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) соответствующие значениям контрольных точек диапазона измерений давления. Расчет контрольных точек диапазона проводим с учетом линейной зависимости диапазона по физической величине измерительного канала и соответствующего аналогового сигнала.

Значение входного сигнала задают последовательно соответственно исследуемым установленным точкам диапазона измерений- 0; 25; 50; 75; 100%.

Значение измеренного давления считывают с соответствующей видеограммы на экране монитора АРМ, фиксируют пять значений и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 12:

$$\gamma = \frac{P_{изм} - P_{ax}}{P_{\delta}}, \quad (12)$$

где  $P_{изм}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК в единицах измеряемой физической величины;

$P_{ax}$  – значение входного сигнала, соответствующего подаваемому входному аналоговому сигналу в единицах измеряемой физической величин;

$P_{\delta}$  – значение ширины диапазона по физической величине.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения не превышают указанных в Приложении А.*

### 7.3.10 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения расхода

7.3.10.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.10.2 С помощью калибратора, имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, на ИВК поочередно подаем значения контрольного сигнала в единицах силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) соответствующие значениям контрольных точек диапазона измерений расхода (от 0 до 2000 л/ч). Расчет контрольных точек диапазона проводим с учетом линейной зависимости диапазона по физической величине измерительного канала и соответствующего аналогового сигнала.

Значение входного сигнала задают последовательно соответственно исследуемым установленным точкам диапазона измерений- 0; 25; 50; 75; 100%.

Значение измеренного расхода считывают с соответствующей видеограммы на экране монитора АРМ, фиксируют пять значений и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 13:

$$\gamma = \frac{Q_{изм} - Q_{ax}}{Q_{\delta}}, \quad (13)$$

где  $Q_{u3m}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК в единицах измеряемой физической величины;

$Q_{ex}$  – значение входного сигнала, соответствующего подаваемому входному аналоговому сигналу в единицах измеряемой физической величин;

$Q_d$  – значение ширины диапазона по физической величине.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения не превышают указанных в Приложении А.*

7.3.11 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения перемещения

7.3.11.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.11.2 С помощью калибратора имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, поочередно подаем значения контрольного сигнала в единицах силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) соответствующие значениям контрольных точек диапазона измерений перемещения (от 0 до 200 мкм и от 0 до 500 мкм). Расчет контрольных точек диапазона проводим с учетом линейной зависимости диапазона по физической величине измерительного канала и соответствующего аналогового сигнала.

Значение входного сигнала задают последовательно соответственно исследуемым установленным точкам диапазона измерений- 0; 25; 50; 75; 100%.

Значение измеренного перемещения считывают с соответствующей видеограммы на экране монитора АРМ, фиксируют пять значений и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 14:

$$\gamma = \frac{L_{u3m} - L_{ex}}{L_d}, \quad (14)$$

где  $L_{u3m}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК в единицах измеряемой физической величины;

$L_{ex}$  – значение входного сигнала, соответствующего подаваемому входному аналоговому сигналу в единицах измеряемой физической величин;

$L_d$  – значение ширины диапазона по физической величине.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения не превышают указанных в Приложении А.*

7.3.12 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения виброскорости

7.3.12.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.3.12.2 С помощью калибратора имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, поочередно подаем значения контрольного сигнала в единицах силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) соответствующие значениям контрольных точек диапазона измерений виброскорости (от 0 до 50 мм/с). Расчет контрольных точек диапазона проводим с учетом линейной зависимости диапазона по физической величине измерительного канала и соответствующего аналогового сигнала.

Значение входного сигнала задают последовательно соответственно исследуемым установленным точкам диапазона измерений- 0; 25; 50; 75; 100%.

Значение измеренной виброскорости считывают с соответствующей видеограммы на экране монитора АРМ, фиксируют пять значений и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 15:

$$\gamma = \frac{V_{\text{изм}} - V_{\text{ex}}}{V_{\delta}}, \quad (15)$$

где  $V_{\text{изм}}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК в единицах измеряемой физической величины;

$V_{\text{ex}}$  – значение входного сигнала, соответствующего подаваемому входному аналоговому сигналу в единицах измеряемой физической величин;

$V_{\delta}$  – значение ширины диапазона по физической величине.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными*, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения не превышают указанных в Приложении А.

**7.3.13 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности измерения положения клапана**

**7.3.13.1** Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

**7.3.13.2** С помощью калибратора имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, поочередно подаем значения контрольного сигнала в единицах силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) соответствующие значениям контрольных точек диапазона измерений положения клапана (от 0 до 100 %). Расчет контрольных точек диапазона проводим с учетом линейной зависимости диапазона по физической величине измерительного канала и соответствующего аналогового сигнала.

Значение входного сигнала задают последовательно соответственно исследуемым установленным точкам диапазона измерений- 0; 25; 50; 75; 100%.

Измеренные значения считывают с соответствующей видеограммы на экране монитора АРМ, фиксируют пять значений и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 16:

$$\gamma = \frac{X_{\text{изм}} - X_{\text{ex}}}{X_{\delta}}, \quad (16)$$

где  $X_{\text{изм}}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК в единицах измеряемой физической величины;

$X_{\text{ex}}$  – значение входного сигнала, соответствующего подаваемому входному аналоговому сигналу в единицах измеряемой физической величин;

$X_{\delta}$  – значение ширины диапазона по физической величине.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными*, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения не превышают указанных в Приложении А.

## 7.4 Проверка метрологических характеристик системы

Пределы допускаемой погрешности измерительных каналов системы определяют поэлементно, путем алгебраического суммирования погрешностей первичного преобразователя и последующей вторичной части измерительного канала (ИВК).

Учитывая, что типы первичных преобразователей системы внесены в Государственный реестр средств измерений РФ, сведения о метрологических характеристиках берутся из описания типа на конкретный преобразователь.

Соответствие метрологических характеристик конкретного экземпляра первичного преобразователя утвержденным, устанавливается проверкой наличия свидетельства о поверке на данный образец или путем анализа данных действительных значений метрологических и технических характеристик средства измерений отраженных в сертификате калибровке от изготовителя (при первичной поверке при вводе в эксплуатацию)

Метрологические характеристики ИВК определяются с помощь образцового средства измерений, имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя.

7.4.1 Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности каналов измерения температуры совместно с теромопреобразователями сопротивления.

7.4.1.1 С помощью калибратора имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного измерительного преобразователя (ПИП), поочередно подаем значения контрольного сигнала в единицах сопротивления, соответствующие значениям контрольных точек диапазона измерений температуры (по ГОСТ 6651-2009).

7.4.1.2 На вход ИВК от калибратора подают пять значений входного сопротивления, вычисленные по формуле 17:

$$R_{ex} = (R_{max} - R_{min}) \cdot K + R_{min}, \quad (17)$$

где  $R_{ex}$  – значение входного сопротивления, Ом;

$R_{max}$  – максимум диапазона измерения входного сопротивления, Ом;

$R_{min}$  – минимум диапазона измерения входного сопротивления, Ом;

$K$  – коэффициент диапазона входного сигнала, равный 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1.

7.4.1.3 Фиксируют пять значения входной температуры, измеренные ИВК, и рассчитывают абсолютную погрешность по формуле 18:

$$\Delta = T_{uzm} - T_{ex}, \quad (18)$$

где  $T_{uzm}$  – значение входной температуры, измеренное ИВК, °C;

$T_{ex}$  – значение входной температуры, соответствующей подаваемому входному сопротивлению  $-R_{ex}$ , °C.

7.4.1.4 При расчете абсолютной погрешности всего измерительного канала берется наибольшее значение из определенных.

7.4.1.5 Допускаемую абсолютную погрешность всего измерительного канала системы рассчитывают по формуле 19:

$$\Delta_{IK} = \pm |\Delta_{PIP} + \Delta_{IVK}| \quad (19)$$

где  $\Delta_{IK}$  – абсолютная погрешность измерительного канала;

$\Delta_{PIP}$  – абсолютная погрешность первичного измерительного преобразователя (ПИП);

$\Delta_{IVK}$  – абсолютная погрешность ИВК.

*Результаты проверки считаются положительными, если пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительного канала температуры не превышают указанных Приложении А.*

7.4.2 Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности каналов измерения температуры совместно с термопарами.

7.4.2.1 В соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001 определяют диапазон значений термоэлектродвижущей силы в мВ (далее - входного напряжения), соответствующий диапазону измеряемых значений температуры и на вход ИВК от калибратора подают пять значений входного напряжения, вычисленные по формуле 20:

$$U_{dd} = (U_{max} - U_{min}) \cdot K + U_{min}, \quad (20)$$

где  $U_{ex}$  – значение входного напряжения, В;

$U_{max}$  – максимум диапазона измерения входного напряжения, В;

$U_{min}$  – минимум диапазона измерения входного напряжения, В;

$K$  – коэффициент диапазона входного сигнала, равный 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1.

7.4.2.2 Фиксируют пять значений входной температуры, измеренные ИВК, и рассчитывают абсолютную погрешность по формуле 21:

$$\Delta = T_{uzm} - T_{ex}, \quad (21)$$

где  $T_{uzm}$  – значение входной температуры, измеренное ИВК, °C;

$T_{ex}$  – значение входной температуры, соответствующей подаваемому входному напряжению  $-U_{ex}$ , °C.

7.4.2.3 При расчете абсолютной погрешности всего измерительного канала берется наибольшее значение из определенных.

7.4.2.4 Допускаемую абсолютную погрешность всего измерительного канала рассчитывают по формуле 22:

$$\Delta_{IK} = \pm |\Delta_{PIP} + \Delta_{IVK}| \quad (22)$$

где  $\Delta_{IK}$  – абсолютная погрешность измерительного канала;

$\Delta_{PIP}$  – абсолютная погрешность первичного измерительного преобразователя (ПИП);

$\Delta_{IVK}$  – абсолютная погрешность ИВК.

Результаты проверки считаются положительными, если пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительного канала температуры не превышают указанных в Приложении А.

7.4.3 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности канала измерения давления.

7.4.3.1 С помощью калибратора имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, поочередно подаем значения контрольного сигнала в единицах силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) соответствующие значениям контрольных точек диапазона измерений давления. Расчет контрольных точек диапазона проводим с учетом линейной зависимости диапазона по физической величине измерительного канала и соответствующего аналогового сигнала.

Значение входного сигнала задают последовательно соответственно исследуемым установленным точкам диапазона измерений- 0; 25; 50; 75; 100%.

Значение измеренного давления считают с соответствующей видеограммы на экране монитора АРМ, фиксируют пять значений и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 23:

$$\gamma = \frac{P_{uzm} - P_{ex}}{P_{\delta}}, \quad (23)$$

где  $P_{uzm}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК в единицах измеряемой физической величины;

$P_{ex}$  – значение входного сигнала, соответствующего подаваемому входному аналоговому сигналу в единицах измеряемой физической величин;

$P_\delta$  – значение ширины диапазона по физической величине.

7.4.3.2 При расчете приведенной погрешности всего измерительного канала берется наибольшее значение из определенных.

7.4.3.3 Приведенную погрешность всего измерительного канала рассчитывают по формуле 24:

$$\gamma_{ИК} = |\gamma_{ПИП} + \gamma_{ИВК}|, \quad (24)$$

где  $\gamma_{ИК}$  – приведенная погрешность измерительного канала;

$\gamma_{ПИП}$  – приведенная погрешность ПИП;

$\gamma_{ИВК}$  – приведенная погрешность ИВК.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения не превышают указанных в Приложении А.*

7.4.4 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности канала измерения силы постоянного тока

7.4.4.1 Подготавливают приборы к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.4.4.2 С помощью программного обеспечения (ПО) производят настройку входного диапазона ИВК и переводят его в режим измерения силы переменного тока.

7.4.4.3 На шунт с калибратора поочередно подаем значения контрольных точек  $K$ , диапазона измерений силы постоянного тока (см. Табл.5).

Таблица 5

№	$K_3, A$	$K_{изм}, A$	$\gamma, \%$
1	0		
2	3		
3	6		
4	9		
5	12		
6	15		

7.4.4.4 Данные проверяемого параметра полученные на средствах отображения, записываем в таблицу 5 и по формуле 25 рассчитываем приведенную погрешность  $\gamma$  для каждого значения контрольного сигнала:

$$\gamma = \frac{K_{изм} - K_3}{K_\delta}, \quad (25)$$

где  $K_{изм}$  – значение входного сигнала, измеренное ИК системы, А;

$K_3$  – значение выходного сигнала калибратора, А;

$K_\delta$  – значение ширины диапазона, А.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения не превышают указанных в Приложении А.*

7.4.5 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности канала измерения перемещения

7.4.5.1 С помощью калибратора имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, поочередно подаем значения контрольного сигнала в единицах силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) соответствующие значениям контрольных точек диапазона измерений перемещения. Расчет контрольных точек диапазона проводим с учетом линейной зависимости диапазона по физической величине измерительного канала и соответствующего аналогового сигнала.

Значение входного сигнала задают последовательно соответственно исследуемым установленным точкам диапазона измерений- 0; 25; 50; 75; 100%.

Значение измеренного перемещения считывают с соответствующей видеограммы на экране монитора АРМ, фиксируют пять значений и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 26:

$$\gamma = \frac{L_{u3m} - L_{ex}}{L_\delta}, \quad (26)$$

где  $L_{u3m}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК в единицах измеряемой физической величины;

$L_{ex}$  – значение входного сигнала, соответствующего подаваемому входному аналоговому сигналу в единицах измеряемой физической величин;

$L_\delta$  – значение ширины диапазона по физической величине.

7.4.5.2 При расчете приведенной погрешности всего измерительного канала берется наибольшее значение из определенных.

7.4.5.3 Приведенную погрешность всего измерительного канала рассчитывают по формуле 27:

$$\gamma_{IK} = |\gamma_{ПИП} + \gamma_{ИВК}|, \quad (27)$$

где  $\gamma_{IK}$  - приведенная погрешность измерительного канала;

$\gamma_{ПИП}$  - приведенная погрешность ПИП;

$\gamma_{ИВК}$  - приведенная погрешность ИВК.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения не превышают указанных в Приложении А.

7.4.6 Проверка пределов допускаемой приведенной погрешности канала измерения виброскорости

7.4.6.1 С помощью калибратора имитирующего измерительный сигнал на выходе первичного преобразователя, поочередно подаем значения контрольного сигнала в единицах силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) соответствующие значениям контрольных точек диапазона измерений виброскорости. Расчет контрольных точек диапазона проводим с учетом линейной зависимости диапазона по физической величине измерительного канала и соответствующего аналогового сигнала.

Значение входного сигнала задают последовательно соответственно исследуемым установленным точкам диапазона измерений- 0; 25; 50; 75; 100%.

Значение измеренной виброскорости считывают с соответствующей видеограммы на экране монитора АРМ, фиксируют пять значений и рассчитывают приведенную погрешность по формуле 28:

$$\gamma = \frac{V_{u3m} - V_{ex}}{V_\delta}, \quad (28)$$

где  $V_{изм}$  – значение входного сигнала, измеренное ИВК в единицах измеряемой физической величины;

$V_{вх}$  – значение входного сигнала, соответствующего подаваемому входному аналоговому сигналу в единицах измеряемой физической величин;

$V_{\delta}$  – значение ширины диапазона по физической величине.

7.4.6.2 При расчете приведенной погрешности всего измерительного канала берется наибольшее значение из определенных.

7.4.6.3 Приведенную погрешность всего измерительного канала рассчитывают по формуле 29:

$$\gamma_{ИК} = |\gamma_{ПИП} + \gamma_{ИВК}|, \quad (29)$$

где  $\gamma_{ИК}$  – приведенная погрешность измерительного канала;

$\gamma_{ПИП}$  – приведенная погрешность ПИП;

$\gamma_{ИВК}$  – приведенная погрешность ИВК.

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если пределы допускаемой приведенной погрешности измерения не превышают указанных в Приложении А.*

## 7.5 Идентификация программного обеспечения

Проверка включает в себя проверку идентификации программного обеспечения (далее – ПО) по методике п. 5.2 Р 50.2.077-2014.

Операции проверки идентификационных данных ПО предусматривают экспериментальное подтверждение соответствия идентификационных данных ПО заявлением, для этого:

- Убедиться что идентификационное наименование и номер версии ПО соответствуют заявлением.

Сведения об идентификационных данных (признаках) ПО СИ и методах его идентификации фиксируют в виде, представленном в таблице 2.

Таблица 2

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения

*Результаты проверки считаются удовлетворительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в Приложении Б.*

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки выписывают свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006–94 или в паспорт системы вносится запись о положительном результате поверки и ставится поверительное клеймо.

8.2 При отрицательных результатах поверки систему не допускают к применению, оформляют извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006–94.

№ п/п	Наименование измеряемой физической величины	Тип преобразова- теля (№ Госреестра / изготовитель)	Диапазон входного сиг- нала ИВК	Диапазон измерения ИК си- стемы	Пределы до- пускаемой приведенной погрешности преобразования ИВК <sup>1</sup>
1	температуры	цифровые типа U серии UT (47268-11) Преобразователи измерительные MINI (55662-13)	изватель со- противления Pt100 <sup>2</sup>	100 до плюс 100 °C	$\gamma = \pm 0,5 \%$
		Преобразователи измерительные MINI (55662-13)	Термопреобра- зователь со- противления Pt100 <sup>2</sup>	от минус 50 до плюс 150 °C	
		Преобразователи измерительные MINI (55662-13)	Термопара ти- па K <sup>3</sup>	от 0 до 500 °C	
		Преобразователи измерительные MINI (55662-13)	Термопреобра- зователь со- противления Pt35 <sup>2</sup>	от минус 50 до плюс 150 °C	
		Преобразователи измерительные MINI (55662-13)	Термопара ти- па K <sup>3</sup>	от 0 до 1000 °C	
		Преобразователи измерительные MINI (55662-13)	Термопара ти- па K <sup>3</sup>	от минус 40 до плюс 150 °C	
		Преобразователи измерительные MINI (55662-13)	Термопара ти- па K <sup>3</sup>	от минус 50 до плюс 150 °C	
2	Измерение давления	Преобразователи измерительные MINI (55662-13)	от 4 до 20 мА	от 0 до 0,5 кПа	$\gamma = \pm 0,5 \%$
				от 0 до 1 кПа	
				от 0 до 30 кПа	
				от 0 до 0,1	

№ п/п	Наименование измеряемой физической величины	Тип преобразова- теля (№ Госреестра / изготовитель)	Диапазон входного сиг- нала ИВК	Диапазон измерения ИК си- стемы	Пределы до- пускаемой приведенной погрешности преобразования ИВК <sup>1</sup>
			кПа от 0 до 100 кПа от 0 до 0,5 МПа от 0 до 3,4 МПа от 0 до 2 МПа от 0,06 до 0,106 МПа от 0 до 7,5 МПа  от 1 до 5 В		
3	Измерение напряжения переменного тока	Преобразователь многофункциона- льный MTD/G (Daiichielectronics)  Преобразователь напряжения VGS- 1EA-1-8 (TOYO KEIKI)	от 0 до 100 В	от 0 до 15,75 кВ	$\gamma = \pm 1 \%$
4	Измерение силы пере- менного тока	Преобразователь многофункциона- льный MTD/G (Daiichielectronics)	от 0 до 5 А	от 0 до 600 А	$\gamma = \pm 1 \%$
5	Измерение ча- стоты пере- менного тока	Преобразователь многофункциона- льный MTD/G (Daiichielectronics)  Преобразователь частоты FGS-1LA-12-8 (TOYOKEIKI)	от 0 до 100 В	от 45 до 55 Гц	$\gamma = \pm 1 \%$
6	Измерение ре- активной мощности	Преобразователь многофункциона- льный MTD/G (Daiichielectronics)	от 0 до 100 В; от 0 до 5 А	от минус 600 до плюс 7200 квар	$\gamma = \pm 1 \%$

№ п/п	Наименование измеряемой физической величины	Тип преобразователя (№ Госреестра / изготавитель)	Диапазон входного сигнала ИВК	Диапазон измерения ИК системы	Пределы до-пускаемой приведенной погрешности преобразования ИВК <sup>1</sup>
7	Измерение коэффициента мощности	Преобразователь многофункциональный MTD/G (Daiichielectronics)	от 0 до 100 В; от 0 до 5 А	от минус 0,5 до плюс 0,5	$\gamma = \pm 2 \%$
8	Измерение активной мощности	Преобразователь мощности W/TD (Daiichielectronics)	от 0 до 100 В; от 0 до 5 А	от 1000 до 12000 кВт	$\gamma = \pm 1 \%$
9	Измерение напряжения постоянного тока	Преобразователь напряжения и силы постоянного тока DGS-1A-9-8 (TOYO KEIKI)		от 0 до 100 В	$\gamma = \pm 1 \%$
10	Измерение силы постоянного тока	Преобразователь напряжения и силы постоянного тока DGS-1A-9-8 (TOYO KEIKI)	от 0 до 60 мВ	от 0 до 15 А	$\gamma = \pm 0,5 \%$
11	Измерение расхода	Преобразователи измерительные MINI (55662-13)	от 4 до 20 мА	от 0 до 2000 л/ч от 0 до 3000 м <sup>3</sup> /ч	$\gamma = \pm 0,5 \%$
12	Измерение перемещения	Комплексы измерительно-вычислительные для мониторинга работающих механизмов 3500/42М (51765-12)	от 4 до 20 мА	от 0 до 200 мкм от 0 до 500 мкм	$\gamma = \pm 1,5 \%$
13	Измерение выброскорости	Комплексы измерительно-вычислительные для мониторинга работающих механизмов 3500/42М (51765-12)	от 4 до 20 мА	от 0 до 50 мм/с	$\gamma = \pm 1,5 \%$
14	Контроль положения кла-	Контроллеры программируемые	от 4 до 20 мА	от 0 до 100 %	$\gamma = \pm 1 \%$

№ п/п	Наименование измеряемой физической величины	Тип преобразователя (№ Госреестра / изготавитель)	Диапазон входного сигнала ИВК	Диапазон измерения ИК системы	Пределы допускаемой приведенной погрешности преобразования ИВК <sup>1</sup>
	тана	SIMATICS7-300 (15772-11) Преобразователи измерительные MINI (55662-13)			

<sup>1</sup>Погрешность ИВК включает в себя погрешность вторичного преобразователя и погрешность контрольно-измерительного и управляющего оборудования SIMATIC.

<sup>2</sup>Диапазон значений входного сопротивления постоянного тока, соответствующий типу термопреобразователя сопротивления, приведен в таблице 3.

<sup>3</sup>Диапазон значений входного напряжения постоянного тока, соответствующий типу термопары, приведен в таблице 4.

Таблица А2 – Выходные значения термопреобразователей сопротивления

Тип термопреобразователя сопротивления	Диапазон измерения температуры, °C	Диапазон входного сопротивления, Ом
Pt35, Pt100	от минус 100 до плюс 200	от 60,26 до 175,86

Таблица А3 – Выходные значения термопар

Тип термопары	Диапазон измерения температуры, °C	Диапазон входного напряжения, мВ
K	от минус 50 до плюс 1000	от минус 1,889 до плюс 41,276

Таблица А4 – Метрологические характеристики ИК системы

№ п/п	Наименование ИК системы	Первичный преобразователь (№ Госреестра / изгото- витель)	Диапазон измере- ния ИК системы	Пределы до- пускаемой погрешности ИК системы <sup>1</sup>
1	Измерение температуры	Термометры сопротив- ления платиновые RM, RE (45800-10)	от минус 100 до плюс 100 °C	$\Delta = \pm 2$ °C
		Термопреобразователи сопротивления R (26822-07)	от минус 50 до плюс 150 °C	$\Delta = \pm 3$ °C
		Термопреобразователи термоэлектрические серии T, EX (44782-10)	от 0 до 500 °C	$\Delta = \pm 7,5$ °C
		Термопреобразователи термоэлектрические серии	от 0 до 1000 °C	$\Delta = \pm 10$ °C

№ п/п	Наименование ИК системы	Первичный преобразова- тель (№ Госреестра / изгото- витель)	Диапазон измере- ния ИК системы	Пределы до- пускаемой погрешности ИК системы <sup>1</sup>
		T, EX (44782-10)		
		Термопреобразователи термоэлектрические серии T, EX (44782-10)	от минус 50 до плюс 150 °C	$\Delta = \pm 6 °C$
		Термопреобразователь сопротивления NWT, EphyMess (46536-11)	от 0 до 200 °C	$\Delta = \pm 8 °C$
2	Измерение давления	Преобразователи давле- ния FP101 (14498-07)	от 0 до 2 МПа	$\gamma = \pm 1,5 \%$
		Преобразователи давле- ния FP101 (14498-07)	от 0 до 1 МПа	$\gamma = \pm 1,5 \%$
		Преобразователи давле- ния FP101 (14498-07)	от 0 до 0,2 МПа	$\gamma = \pm 1,5 \%$
		Преобразователи давле- ния измерительные 2051 (56419-14)	от 0 до 0,5 МПа	$\gamma = \pm 1,5 \%$
		Преобразователи давле- ния измерительные 3051 (14061-10)	от 0 до 3,4 МПа	$\gamma = \pm 1,5 \%$
		Преобразователи атмо- сферного давления изме- рительные PTB100 (14897-01)	от 0,06 до 0,106 МПа	$\gamma = \pm 1,5 \%$
		Преобразователи давле- ния FP101 (14498-07)	от 0 до 7,5 МПа	$\gamma = \pm 1,5 \%$
3	Измерение си- лы постоянного тока	ШунтS-10A (TOYO KEIKI)	от 0 до 15 А	$\gamma = \pm 1 \%$
4	Измерение пе- ремещения	Преобразователи пере- мещения тока вихревые BN-PPT (56536-14)	от 0 до 200 мкм	$\gamma = \pm 5 \%$
		Преобразователи пере- мещения тока вихревые BN-PPT (56536-14)	от 0 до 500 мкм	$\gamma = \pm 5 \%$
5	Измерение виброскорости	Акселерометры серии BN-330000 (56826-14)	от 0 до 50 мм/с	$\gamma = \pm 7 \%$

<sup>1</sup>Пределы допускаемой приведенной ( $\gamma$ ) / абсолютной ( $\Delta$ ) погрешности.

Таблица А5 – Технические характеристики системы

Наименование параметра	Значение
Рабочие условия эксплуатации:	
- температура окружающей среды, °C	
ПИП вне машинного зала	от минус 35 до плюс 40
ПИП в машинном зале	от 0 до 40

Наименование параметра	Значение
ИВК	от 0 до 45
- относительная влажность воздуха, %	от 5 до 95 (без конденсации)
- атмосферное давление, кПа	от 84 до 106
Напряжение питания от сети переменного тока частотой (50/60 ± 1) Гц, В	220±22
Срок службы, лет, не менее	15

## Приложение Б

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице Б1.

Таблица Б1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения
ПО Kawasaki GPB80D	STEP 7 Prof.	V13 и выше
	Win CC Adv.	V13 и выше
	SIMATIC CFC	V8.0 и выше
	Startdrive	V13 и выше

Уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.