

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИЦ ЦИАМ,  
заместитель Генерального директора  
ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

Заместитель  
Генерального директора  
ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

  
С.А. Астахов  
«01» \_\_\_\_\_ 2016 г.

  
В.Г. Марков  
«01» \_\_\_\_\_ 2016 г.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-  
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ «ИС-Т-15П»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП ИС-Т-15П

Москва  
2016

## Содержание

<b>ОБОЗНАЧЕНИЯ И ТЕРМИНЫ</b> .....	4
<b>1 Введение</b> .....	5
<b>2 Поверка модуля измерений давления</b> .....	6
<b>2.1 Операции и средства поверки</b> .....	6
<b>2.2 Требования безопасности и условия поверки</b> .....	7
<b>2.3 Подготовка к поверке</b> .....	7
<b>2.4 Проведение поверки</b> .....	7
2.4.1 Внешний осмотр .....	7
2.4.2 Опробование .....	7
2.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик .....	8
<b>2.5 Обработка результатов измерений</b> .....	8
2.5.1 Определение погрешностей измерительного канала .....	8
<b>3 Поверка модуля измерения температуры</b> .....	9
<b>3.1 Операции и средства поверки</b> .....	9
<b>3.2 Требования безопасности и условия поверки</b> .....	10
<b>3.3 Подготовка к поверке</b> .....	10
<b>3.4 Проведение поверки</b> .....	11
3.4.1 Внешний осмотр .....	11
3.4.2 Опробование .....	11
3.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик .....	11
<b>3.5 Обработка результатов измерений</b> .....	11
3.5.1 Определение погрешностей измерительного канала напряжения постоянного тока .....	11
3.5.2 Определение погрешностей термопар .....	12
3.5.3 Определение предела суммарных погрешностей .....	12
3.5.4 Результаты поверки .....	12
<b>4 Поверка модуля измерения влажности</b> .....	12
<b>4.1 Операции и средства поверки</b> .....	12
<b>4.2 Требования безопасности и условия поверки</b> .....	13
<b>4.3 Подготовка к поверке</b> .....	13
<b>4.4 Проведение поверки</b> .....	13
4.4.1 Внешний осмотр .....	14
4.4.2 Опробование .....	14
4.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик .....	14
<b>4.5 Обработка результатов измерений</b> .....	14
4.5.1 Определение погрешностей измерительного канала силы тока .....	14
4.5.2 Определение погрешностей датчиков влажности .....	14
4.5.3 Определение предела суммарных погрешностей .....	15
4.5.4 Результаты поверки .....	15
<b>5 Поверка модуля измерения динамических параметров</b> .....	15
<b>5.1 Операции и средства поверки</b> .....	15
<b>5.2 Требования безопасности и условия поверки</b> .....	16
<b>5.3 Подготовка к поверке</b> .....	16
<b>5.4 Проведение поверки</b> .....	16
5.4.1 Внешний осмотр .....	16
5.4.2 Опробование .....	16
5.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик .....	17
<b>5.5 Обработка результатов измерений</b> .....	17
5.5.1 Определение погрешностей измерительного канала .....	17
5.5.2 Определение погрешностей датчиков влажности .....	17
5.5.3 Определение предела суммарных погрешностей .....	17
5.5.4 Результаты поверки .....	17
<b>6 Поверка модуля измерения скорости</b> .....	18
<b>6.1 Операции и средства поверки</b> .....	20
<b>6.2 Требования безопасности и условия поверки</b> .....	21
<b>6.3 Подготовка к поверке</b> .....	21
<b>6.4 Проведение поверки</b> .....	21
5.4.1 Внешний осмотр .....	22
5.4.2 Опробование .....	22
5.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик .....	22
<b>6.5 Обработка результатов измерений</b> .....	22
6.5.1 Определение погрешностей измерительного канала .....	22

6.6 Результаты поверки	
<b>7</b> Оформление результатов поверки системы.....	<b>23</b>
Приложение А.....	24
Приложение Б.....	25
Приложение В.....	26
Приложение Г.....	27

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И ТЕРМИНЫ

- МИД – модуль измерений давления;
- МИВ - модуль измерений влажности;
- МИТ – модуль измерений температуры;
- МИДП - модуль измерений динамических параметров;
- МИС- модуль измерений скорости;
- ИК – измерительный канал;
- ИВ – измеряемая величина;
- ВП – верхний предел измерений;
- ВП НЗ - верхний предел нормируемого значения;
- ИЗ – измеренное значение;
- ПП – первичный преобразователь;
- СКО – среднеквадратическое отклонение случайной величины;
- ИС – имитатор сигналов;
- РЭ – руководство по эксплуатации;
- $j$  – номер цикла нагружения;
- $k$  – номер ступени нагружения;
- $n$  – число циклов нагружения;
- $N$  – число ступеней нагружения;
- Цикл нагружения – прямой (и/или обратный) полный ход нагружения.

## 1 Введение

Настоящая Методика поверки распространяется на систему автоматизированную информационно-измерительную «ИС-Т-15П», предназначенную для климатических испытаний и испытаний на столкновение элементов корпуса самолета с посторонними предметами (птицестойкость), и устанавливает методику их первичной и периодических поверок. Методика выполнена в соответствии с Рекомендацией РМГ 51-2002 «ГСОЕИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения» и ГОСТ Р 8.596-2002 «ГСОЕИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения».

Система автоматизированная информационно-измерительная «ИС-Т-15П» (далее Система) проектировалась из компонентов, изготавливаемых различными производителями и принимаемых как законченные изделия непосредственно на месте эксплуатации (измерительные системы ИС-Т-15П по ГОСТ Р 8.596-2002).

Каждая Система состоит из следующих измерительных модулей:

- модуля измерений давления (МИД);
- модуля измерений влажности (МИВ);
- модуля измерений температуры (МИТ);
- модуля измерений динамических параметров (МИДП);
- модуля измерений скорости (МИС).

Модули МИД, МИВ, МИТ, МИДП поверяются комплектно путем подачи на входы их ИК эталонных сигналов. Модули МИС поверяются поэлементно.

В модулях МИТ (ИК на базе термопар), МИВ, МИДП поверяются только электронные части ИК. Соответствующие датчики установлены на объекте испытаний.

Суммарная погрешность ИК всех модулей системы определяется при нормальных условиях в соответствии с ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия при поверке. Общие требования» и в предположении, что распределение составляющих погрешностей близко к нормальному распределению. Численное значение суммарной погрешности для этих условий совпадает со значением основной погрешности измерений и должно соответствовать требованиям технических условий 418-04-2015. Значения погрешностей, полученных при поверке, заносятся в протоколы (Приложение А).

При разработке Методики поверки Системы использовались следующие документы:

ГОСТ Р ИСО 5725–2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений;

ГОСТ 8.596-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения;

ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения;

ГОСТ 8.009-84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений;

ГОСТ Р 8.585—2001 ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования;

ГОСТ 8.129-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты;

ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;

ОСТ 1 01021-93 Стенды для испытаний авиационных двигателей в наземных условиях. Общие технические требования;

РМГ 51-2002 ГСОЕИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения;

РМГ 29-2013 ГСОЕИ. Метрология. Основные термины и определения;

МИ 677-84 ГСИ. Преобразователи давления измерительные электрические ИПД и комплексы для измерения давления цифровые ИПДЦ. Методы поверки;

Техническое задание № 418-02-13;

Технические условия № 418-04-2015.

Интервал между поверками – 1 год.

### 1.1 Опробование

1.1.1 При опробовании системы необходимо:

- включить систему, подав напряжение питания на все ее компоненты;

- запустить ПО

1.1.2 Выбрать один из ИК системы. Нажать кнопку «Градуировка» в строке, соответствующей выбранному ИК. Подать на вход выбранного ИК значение физической величины в пределах диапазона измерений ИК.

1.1.3 Изменять в сторону увеличения и/или уменьшения значение физической величины в пределах диапазона измерений ИК. Контролировать в окне Системы сбора данных изменение значения физической величины.

1.1.4 Результаты опробования считать положительными, если при изменении значения физической величины происходит изменение показаний в окне Системы сбора данных.

## 2 Поверка модуля измерений давления

### 2.1 Операции и средства поверки

Последовательность операций и применяемые при этом средства поверки МИД приведены в таблицах 1,2.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	первичной поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	2.4.1	+	+
2 Опробование	2.4.2	+	+
3 Определение (контроль) метрологических характеристик	2.4.3	+	+

Таблица 2

Номер пункта МП	Наименование и тип основного и вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
2.3, 2.4	Калибратор давления типа DPI 620: диапазон от -0,2 до +3,5 МПа, пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений избыточного давления (разрежения) $\pm 0,025$ %.

	Барометр рабочий сетевой БРС-1М-1: диапазон измерений абсолютного давления от 600 до 1100 гПа (от 450 до 825 мм рт. ст.), пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления $\pm 33$ Па ( $\pm 0,25$ мм рт. ст.)
2.5	ТЗ-418-02-13, ТУ-418-04-2015.

**Примечание** - Допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности требованиям настоящей методики.

## 2.2 Требования безопасности и условия поверки

При проведении поверки МИД должны соблюдаться требования по технике безопасности производственной санитарии и охране окружающей среды, изложенные в Руководстве по эксплуатации системы ИС-Т-15П.

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, К (°С)  
в испытательном боксе ..... от 253 до 313;  
(от -20 до +40)  
в пультовой ..... от 283 до 303 (от 10 до 30);
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)..... от 96 до 104 (от 720 до 780);
- относительная влажность, % .....не более 80;
- напряжение питающей сети, В .....от 187 до 242;
- частота питающей сети, Гц .....от 49 до 51.
- отсутствие ударных и вибрационных воздействий на измерительные модули в момент отсчета и регистрации их показаний.

Примечание. - При проведении поверочных работ условия окружающей среды рабочих эталонов должны соответствовать требованиям, указанным в их инструкциях по эксплуатации.

## 2.3 Подготовка к поверке

- 2.3.1 Включить систему согласно Руководству по эксплуатации.
- 2.3.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям п. 2.2.
- 2.3.3 Подготовить необходимое для поверки эталонное и вспомогательное оборудование.
- 2.3.4 Проверить наличие непросроченных свидетельств на поверку эталонного оборудования.

## 2.4 Проведение поверки

### 2.4.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра МИД проверить:

- комплектность эксплуатационной документации;
- правильность электрического и механического монтажа;
- герметичность пневматической и гидравлической частей;
- наличие действующих поверочных клейм или свидетельств о поверке эталонов.

### 2.4.2 Опробование

При опробовании МИД выполнить следующие операции:

- собрать функциональную схему модуля измерения; (Приложение Г рисунок 1)
- соединить первичные преобразователи (датчики) с магистралью эталонного давления;
- подать на магистраль эталонные давления, равные нижнему, а затем верхнему пределу измерения данной группы датчиков;
- проверить соответствие значения давления, индицируемого на экране дисплея ЭВМ, и заданного давления. Отличие указанных давлений не должно превышать предела допускаемой погрешности для данного канала.

### 2.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

Минусовые порты датчиков дифференциального давления Druck LPX 5481 соединить с атмосферой. На плюсовые порты датчиков дифференциального давления Druck LPX 5481 подать ряд значений эталонного избыточного давления:

$$P_k = \frac{P_{\max}}{N-1}(k-1), \quad (1)$$

где  $k=1,2,\dots,N$  - номер ступени нагружения;  $N \geq 5$  - число ступеней нагружения (в соответствии с рекомендациями по метрологии МИ 677-84 ГСИ «Преобразователи давления измерительные электрические ИПД и комплексы для измерения давления цифровые ИПДЦ. Методы поверки»);  $P_{\max}$  =ВП измерения данного ИК.

Выполнить три цикла нагружения. При этом в каждом цикле давление необходимо повысить от нуля до верхнего предела измерений (прямой ход) и понизить от верхнего предела до нуля (обратный ход) с выдержкой по времени на верхнем пределе нагружения в течение 1 минуты. На каждой ступени нагружения зарегистрировать измеренные значения давления  $P_k$ .

## 2.5 Обработка результатов измерений

### 2.5.1 Определение погрешностей ИК

#### 2.5.1.1 Определение систематических погрешностей ИК

Предел абсолютной систематической погрешности ИК:

$$\Delta P_{\text{сист}} = \max \left| \frac{P_{k(\text{прям})} + P_{k(\text{обр})}}{2} - P_k \right|, \quad (2)$$

где  $P_{k(\text{прям})}$  - среднее давление по 3-м циклам на  $k$ -ой ступени нагружения прямого хода;  $P_{k(\text{обр})}$  - то же самое для обратного хода нагружения.

#### 2.5.1.2 Определение вариации ИК

Предел абсолютной погрешности ИК от вариации:

$$\Delta H = \max \left| P_{k(i\ddot{y}i)} - P_{k(i\dot{\alpha}i)} \right| \quad (3)$$

#### 2.5.1.3 Определение предела суммарной погрешности ИК



Случайные погрешности ИК не учитываются ввиду их малости. При этом в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 пределы абсолютной погрешности ИК:

$$\Delta P_{\text{абс}} = \pm 1,1 \sqrt{\Delta P_{\text{нелн}}^2 + \left(\frac{\Delta H}{2}\right)^2} \quad (4)$$

С учетом осреднения показаний по двум датчикам пределы погрешности измерений:

$$\Delta P_{\text{сред}} = \pm \frac{\Delta P_{\text{ИК}}}{\sqrt{2}} \quad (5)$$

Суммарная относительная погрешность измерения давления :

- абсолютного давления (с учетом осреднения показаний по двум датчикам):

$$\delta P_{\text{абс}} = \frac{\Delta P_{\text{абс}}}{\sqrt{2} P_{\text{max}}} \times 100\% \quad (6)$$

- избыточного давления:

$$\delta P_{\text{изб}} = \frac{(\Delta P_{\text{изб}}^2 + \Delta B^2)^{0,5}}{P_{\text{max}} + B} \times 100\% \quad (7)$$

2.5.1.4 Результаты поверки считать положительными, если значения суммарной относительной погрешности измерений давления находятся в пределах  $\pm 0,5\%$  от ИЗ. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 3 Поверка модуля измерения температуры

#### 3.1 Операции и средства поверки МИТ

Операции поверки МИТ представлены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	3.4.1	+	+
2 Опробование	3.4.2	+	+
3 Определение (контроль) метрологических характеристик	3.4.3	+	+
Проведение поверки ИК термопар:			
- определение погрешностей ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям измеряемой температуры;			
- определение погрешности термопар;			
- определение суммарной погрешности			

ИК			
----	--	--	--

Средства поверки МИТ представлены в таблице 4.

Таблица 4

Номер пункта МП	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
3.4	Калибратор универсальный типа DPI 620: диапазон от 0 до 200 мВ, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,018\%$ ИЗ $\pm 0,005\%$ ВП. Магазин сопротивлений P4831-M1: - диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0,1 Ом - 100 000 Ом, - класс точности $0,02/2,5 \cdot 10^{-7}$
3.5	ТЗ-418-02-13, ТУ-418-04-2015.

**Примечание** - Допускается применение других средств измерений, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным в таблице 4.

### 3.2 Требования безопасности и условия поверки

При проведении поверки МИТ должны соблюдаться требования по технике безопасности производственной санитарии и охране окружающей среды, изложенные в Руководстве по эксплуатации системы ИС-Т-15П.

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, К (°С)  
в испытательном боксе .....от 253 до 313;  
(от -20 до +40)  
в пультной ..... от 283 до 303 (от 10 до 30);
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)..... от 96 до 104 (от 720 до 780);
- относительная влажность, % .....не более 80;
- напряжение питающей сети, В ..... от 187 до 242;
- частота питающей сети, Гц .....от 49 до 51.
- отсутствие ударных и вибрационных воздействий на измерительные модули в момент отсчета и регистрации их показаний.

Примечание. - При проведении поверочных работ условия окружающей среды рабочих эталонов должны соответствовать требованиям, указанным в их инструкциях по эксплуатации.

### 3.3 Подготовка к поверке

3.3.1 Включить систему согласно Руководству по эксплуатации.

3.3.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям п. 3.2.

3.3.3 Подготовить необходимое для поверки эталонное и вспомогательное оборудование.

3.3.4 Проверить наличие непросроченных свидетельств на поверку эталонного оборудования.

### **3.4 Проведение поверки**

#### 3.4.1 Внешний осмотр

3.4.1.1 Проверить комплектность модуля и его соответствие требованиям конструкторской документации;

3.4.1.2 Проверить правильность электрического и механического монтажа модуля.

3.4.1.3 Проверить отсутствие механических повреждений элементов модуля.

#### 3.4.2 Опробование

Опробование ИК, работающих с термопарами

- собрать функциональную схему модуля измерения; (Приложение Г рисунок 2)
- измерить температуру, сравнить полученные данные с ожидаемым значением указанного параметра;
- отключить термопарные линии от входа в ИК;
- подключить на входы Системы источник эталонного напряжения от калибратора;
- с помощью эталонного устройства подать на вход ИК минимальную и максимальную нагрузки. По изменению значений параметра поверяемого ИК в процессе нагрузки и по значениям его в крайних точках убедиться в работоспособности канала.

#### 3.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

##### 3.4.3.1 Определение погрешности ИК постоянного тока (работающего с термопарами)

Установить калибратором ряд равноотстоящих значений эталонного напряжения, соответствующих имитируемым значениям эталонных температур. Число ступеней нагружения  $N \geq 5$ , при этом напряжение необходимо повысить от нижнего предела измерения до верхнего предела измерения во всем диапазоне измерения (только прямой ход).

На каждой ступени нагружения зарегистрировать измеренные значения температуры  $T_k$ .

##### 3.4.3.2 Определение погрешностей первичных преобразователей (термопар)

Погрешности первичных преобразователей указаны в протоколах их поверок

##### 3.4.3.3 Определение суммарных погрешностей ИК МИТ

Суммарные погрешности МИТ определить путем суммирования соответствующим образом всех найденных составляющих.

### **3.5 Обработка результатов измерений МИТ**

#### 3.5.1 Определение погрешностей ИК напряжения постоянного тока

Пределы относительных погрешностей ИК напряжения постоянного тока

:

$$\delta T_{ик} = \begin{cases} \frac{\max|T_k - T_{кэо}|}{\bar{T}_k} & (\text{для ИК } T_{возд}) \\ \frac{\max|T_k - T_{кэо}|}{T_{\max}} & (\text{для ИК } T_{сиза}, T_{корп}) \end{cases}, \quad \bar{T}_k - \text{среднее значение температуры} \quad (8)$$

где  $T_k, T_{кэо}$  – измеренная и эталонная температуры на k-й ступени нагружения;

$T_{\max}$  – максимальная эталонная температура, соответствующая ВП измерений (в градусах Кельвина при поверке ИК температуры воздуха  $T_{возд}$ , в градусах Цельсия при поверке ИК температуры рабочих жидкостей  $T_{рж}$  и корпусов  $T_{корп}$ ).

### 3.5.2 Определение погрешностей термопар

Значения погрешностей для термопар взять из очередной градуировки.

### 3.5.3 Определение суммарной относительной погрешности ИК температуры

$$\delta T_{\text{ит}} = \pm(|\delta T_{\text{ит}}| + \delta T_{\text{ик}}), \quad (9)$$

где  $\delta T_{\text{ит}}$  – максимальная относительная погрешность термоэлектрического термометра (термопары) типа ТХК в диапазоне измерений.

### 3.5.4 Результаты поверки

Результаты поверки считать положительными, если:

- значения суммарной относительной погрешности измерений температуры воздуха находятся в пределах  $\pm 2,8$  °С в диапазоне температур от минус 70 до плюс 70 °С;

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 4 Поверка модуля измерения влажности

### 4.1 Операции и средства поверки МИВ

Операции поверки МИВ представлены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	4.4.1	+	+
2 Опробование	4.4.2	+	+
3 Определение (контроль) метрологических характеристик	4.4.3	+	+
Проведение поверки ИК датчиков влажности:			
- определение погрешностей ИК силы тока, соответствующего значениям измеряемой влажности;			
- определение погрешности датчиков влажности;			
- определение суммарной погрешности			

ИК			
----	--	--	--

Средства поверки МИВ представлены в таблице 6.

Таблица 6

Номер пункта МП	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
4.4	Измеритель «Alarm-Hygrometer testo 608-H2», диапазон измерений влажности от 0 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений влажности $\pm 2\%$ , температуры $\pm 0,5$ °С.
4.5	ТЗ-418-02-13, ТУ-418-04-2015.

**Примечание** - Допускается применение других средств измерений, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным в таблице 6.

#### 4.2 Требования безопасности и условия поверки

При проведении поверки МИВ должны соблюдаться требования по технике безопасности производственной санитарии и охране окружающей среды, изложенные в Руководстве по эксплуатации системы ИС-Т-15П.

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, К (°С)  
в испытательном боксе .....от 253 до 313;  
( от -20 до +40)  
в пультовой ..... от 283 до 303 (от 10 до 30);
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)..... от 96 до 104 (от 720 до 780);
- относительная влажность, % .....не более 80;
- напряжение питающей сети, В ..... от 187 до 242;
- частота питающей сети, Гц .....от 49 до 51.

- отсутствие ударных и вибрационных воздействий на измерительные модули в момент отсчета и регистрации их показаний.

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды рабочих эталонов должны соответствовать требованиям, указанным в их инструкциях по эксплуатации.

#### 4.3 Подготовка к поверке

- 4.3.1 Включить систему согласно Руководству по эксплуатации.
- 4.3.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям п. 4.2.
- 4.3.3 Подготовить необходимое для поверки эталонное и вспомогательное оборудование.
- 4.3.4 Проверить наличие непросроченных свидетельств на поверку эталонного оборудования.

#### 4.4 Проведение поверки

#### 4.4.1 Внешний осмотр

4.4.1.1 Проверить комплектность модуля и его соответствие требованиям конструкторской документации;

4.4.1.2 Проверить правильность электрического и механического монтажа модуля.

4.4.1.3 Проверить отсутствие механических повреждений элементов модуля.

#### 4.4.2 Опробование

Опробование ИК, работающих с датчиками влажности

- собрать функциональную схему модуля измерения; (Приложение Г рисунок 4)  
- измерить влажность, сравнить полученные данные с ожидаемым значением указанного параметра;

- отключить линии от входа в ИК;

- подключить на входы Системы источник эталонного тока от калибратора модели ИВТМ-7-МК-С-М;

- с помощью эталонного устройства подать на вход ИК минимальную и максимальную нагрузки. По изменению значений параметра поверяемого ИК в процессе нагрузки и по значениям его в крайних точках убедиться в работоспособности канала.

#### 4.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

##### 4.4.3.1 Определение погрешности ИК

Установить калибратором ряд равноотстоящих значений эталонного тока, соответствующих имитируемым значениям эталонной влажности. Число ступеней нагружения  $N \geq 5$ , при этом напряжение необходимо повысить от нижнего предела измерения до верхнего предела измерения во всем диапазоне измерения (только прямой ход).

На каждой ступени нагружения зарегистрировать измеренные значения влажности  $\varphi_k$ .

##### 4.4.3.2 Определение погрешностей первичных преобразователей

Погрешности первичных преобразователей указаны в Протоколах их поверок.

##### 4.4.3.3 Определение суммарных погрешностей ИК МИВ

Суммарные погрешности МИВ определить путем суммирования соответствующим образом всех найденных составляющих.

### 4.5 Обработка результатов измерений МИВ

#### 4.5.1 Определение погрешностей ИК силы тока

Пределы относительных погрешностей ИК силы тока

:

$$\delta\varphi_{ик} = \frac{\max|\varphi_k - \varphi_{кэ}}{\varphi_{\max}} \quad (10)$$

где  $\varphi_k, \varphi_{кэ}$  – измеренная и эталонная влажности на k-й ступени нагружения;

$\varphi_{\max}$  - максимальная эталонная влажность, соответствующая ВП измерений.

#### 4.5.2 Определение погрешностей датчиков влажности

Значения погрешностей для датчиков влажности взять в соответствии с их заводской характеристикой.

#### 4.5.3 Определение суммарной относительной погрешности МИВ

Суммарные относительные погрешности МИВ рассчитываются на основании ранее найденных погрешностей ИК и первичных преобразователей:

$$\delta = \delta_{\phi} + \delta_{\text{ИК}} \quad (11)$$

где  $\delta_{\phi}$  – относительная погрешность первичных преобразователей.

#### 4.5.4 Результаты поверки

Результаты поверки считать положительными, если:

- значения суммарной относительной погрешности измерений влажности воздуха находятся в пределах  $\pm 2\%$ ;

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 5 Поверка модуля измерения динамических параметров

#### 5.1 Операции и средства поверки МИДП

Операции поверки МИДП представлены в таблице 7.

Таблица 7

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	5.4.1	+	+
2 Опробование	5.4.2	+	+
3 Определение (контроль) метрологических характеристик	5.4.3	+	+
Проведение поверки ИК датчиков измерения динамических параметров: - определение погрешностей ИК; - определение погрешности датчиков измерения динамических параметров; - определение суммарной погрешности ИК			

Средства поверки МИДП представлены в таблице 8.

Таблица 8

5.5	Правила поверки и методы поверки или вспомогательного средства
Номер пункта МП	поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
5.4	Калибратор универсальный типа GE Druke DPI 620: диапазон от 0 до 200 мВ, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,018\%$ ИЗ $\pm 0,005\%$ ВП

**Примечание** - Допускается применение других средств измерений, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным в таблице 8.

## **5.2 Требования безопасности и условия поверки**

При проведении поверки МИДП должны соблюдаться требования по технике безопасности производственной санитарии и охране окружающей среды, изложенные в Руководстве по эксплуатации системы ИС-Т-15П.

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, К (°С)  
в испытательном боксе .....от 253 до 313;  
( от -20 до +40)  
в пультовой ..... от 283 до 303 (от 10 до 30);
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)..... от 96 до 104 (от 720 до 780);
- относительная влажность, % .....не более 80;
- напряжение питающей сети, В ..... от 187 до 242;
- частота питающей сети, Гц .....от 49 до 51.
- отсутствие ударных и вибрационных воздействий на измерительные модули в момент отсчета и регистрации их показаний.

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды рабочих эталонов должны соответствовать требованиям, указанным в их инструкциях по эксплуатации.

## **5.3 Подготовка к поверке**

5.3.1 Включить систему согласно Руководству по эксплуатации.

5.3.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям п. 5.2.

5.3.3 Подготовить необходимое для поверки эталонное и вспомогательное оборудование.

5.3.4 Проверить наличие непросроченных свидетельств на поверку эталонного оборудования.

## **5.4 Проведение поверки**

### **5.4.1 Внешний осмотр**

5.4.1.1 Проверить комплектность модуля и его соответствие требованиям конструкторской документации;

5.4.1.2 Проверить правильность электрического и механического монтажа модуля.

5.4.1.3 Проверить отсутствие механических повреждений элементов модуля.

### **5.4.2 Опробование**

- Опробование ИК, работающих с датчиками измерения динамических параметров
- собрать функциональную схему модуля измерения; (Приложение Г рисунок 5,6)
  - измерить напряжение, сравнить полученные данные с ожидаемым значением указанного параметра;
  - отключить линии от входа в ИК;
  - подключить на входы Системы источник эталонного сигнала от калибратора модели GE Druke DPI 620;



- с помощью эталонного устройства подать на вход ИК минимальную и максимальную нагрузки. По изменению значений параметра поверяемого ИК в процессе нагрузки и по значениям его в крайних точках убедиться в работоспособности канала.

#### 5.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

##### 5.4.3.1 Определение погрешности ИК

Установить калибратором ряд равноотстоящих значений эталонного сигнала. Число ступеней нагружения  $N \geq 5$ , при этом сигнал необходимо повысить от нижнего предела измерения до верхнего предела измерения во всем диапазоне измерения (только прямой ход).

На каждой ступени нагружения зарегистрировать измеренные значения виброускорения или тензодеформации.

##### 5.4.3.2 Определение погрешностей первичных преобразователей

Погрешности первичных преобразователей указаны в Протоколах Приложение I

##### 5.4.3.3 Определение суммарных погрешностей ИК МИДП

Суммарные погрешности МИДП определить путем суммирования соответствующим образом всех найденных составляющих.

### 5.5 Обработка результатов измерений МИДП

#### 5.5.1 Определение погрешностей ИК

Пределы относительных погрешностей ИК

:

$$\delta X_{ик} = \frac{\max |X_k - X_{кэ}|}{X_{\max}}, \quad (12)$$

где  $X_k, X_{кэ}$  – измеренное и эталонное виброускорение или тензодеформация на k-й ступени нагружения;

$X_{\max}$  – максимальное эталонное виброускорение или тензодеформация, соответствующие ВП измерений.

#### 5.5.2 Определение погрешностей датчиков виброускорения

Значения погрешностей для датчиков виброускорения или тензодеформации взять в соответствии с их заводской характеристикой.

#### 5.5.3 Определение относительных суммарных погрешностей МИДП

Относительные суммарные погрешности МИДП рассчитываются на основании ранее найденных погрешностей ИК и первичных преобразователей:

$$\delta = \delta_{\text{датчика}} + \delta_{\text{ИК}} \quad (13)$$

#### 5.5.4 Результаты поверки

Результаты поверки считать положительными, если:

- значения суммарной относительной погрешности измерений виброускорения или тензодеформации находятся в пределах  $\pm 20\%$ ;

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 6 Поверка модуля измерения скорости

### 6.1 Операции и средства поверки МИС

Операции поверки МИС представлены в таблице 9.

Таблица 9

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.4.1	+	+
2 Опробование	6.4.	+	+
3 Определение (контроль) метрологических характеристик: - определение погрешностей ИК -; - определение суммарной погрешности ИК	6.4.4	+	+

Средства поверки МИС представлены в таблице 10.

Таблица 10

Номер пункта МП	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.4	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-84 №80565248. Диапазон измеряемых частот 0,1 Гц – 150 МГц, относительная погрешность по частоте опорного генератора $\pm 5 \times 10^{-8}$ ВПИ Меры длины концевые плоскопараллельные, набор № 1 №5765. Диапазон 75 до 100 мм, погрешность $\pm 0,60$ мкм для классов точности 1
6.5	ТЗ-418-02-13, ТУ-418-04-2015.

**Примечание** - Допускается применение других средств измерений, технические и метрологические характеристики которых не уступают указанным в таблице 10.

### 6.2 Требования безопасности и условия поверки

При проведении поверки МИС должны соблюдаться требования по технике безопасности производственной санитарии и охране окружающей среды, изложенные в Руководстве по эксплуатации системы ИС-Т-15П.

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, К (°С)  
в испытательном боксе .....от 253 до 313;  
(от -20 до +40)

- в пультовой ..... от 283 до 303 (от 10 до 30);
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)..... от 96 до 104(от 720 до 780);
- относительная влажность, % .....не более 80;
- напряжение питающей сети, В ..... от 187 до 242;
- частота питающей сети, Гц .....от 49 до 51.
- отсутствие ударных и вибрационных воздействий на измерительные модули в момент отсчета и регистрации их показаний.

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды рабочих эталонов должны соответствовать требованиям, указанным в их инструкциях по эксплуатации.

### 6.3 Подготовка к поверке

- 6.3.1 Включить систему согласно Руководству по эксплуатации.
- 6.3.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям п. 6.2.
- 6.3.3 Подготовить необходимое для поверки эталонное и вспомогательное оборудование.
- 6.3.4 Проверить наличие непросроченных свидетельств на поверку эталонного оборудования.

### 6.4 Опробование

6.4.1. Отключить выходные линии штатного формирователя интервала времени (меандра) от входа в ИК.

6.4.2 Подключить на входы ИК источник эталонных интервалов времени, с помощью которого подать на вход ИК минимальную и максимальную нагрузки.

6.4.3 По изменению значений измеренной скорости в процессе нагрузки и по значениям его в крайних точках убедиться в работоспособности канала.

6.4.4 Определение погрешности измерения базового расстояния между точками срабатывания сигнала «Старт» и «Стоп»

6.4.4.1 Измерить штангенциркулем не менее 10 раз расстояние между центрами оптических отверстий фотоизлучателей, формирующих сигналы «Старт» и «Стоп».

6.4.4.2 Рассчитать относительную погрешность измерения скорости, обусловленную погрешностью измерения базового расстояния:

$$\delta V_L = \pm \left( \left( \frac{t^* \sigma}{V_{\max}} \right)^2 + \delta L_{um}^2 \right)^{0,5} \quad (14)$$

где  $\sigma$  - среднее квадратическое отклонение измеренных базовых расстояний;

$t$  - коэффициент Фишера для вероятности 95 %;

$V_{\max}$  - максимальная скорость;

$\delta L$  - предел погрешности штангельциркуля.

#### 6.4.5 Определение погрешности измерения интервала времени

Подать от источника формирования эталонных интервалов времени ряд равноотстоящих (в пределах диапазона измерений) эталонных интервалов, соответствующих значениям скоростям полета посторонних предметов. Число ступеней нагружения - не менее 5.

Определить максимальные значения относительных погрешностей ИК, обусловленных погрешностью измерения интервала времени:

:

$$\delta V_{\tau} = \pm \frac{\max |V_k - V_{k,этале}|}{V_{\max}} \quad (15)$$

где  $V_k$  – измеренное значение скорости на  $k$ -й ступени нагружения;

$V_{k,этале}$  – значения эталонной скорости, соответствующие значениям эталонного интервала времени на  $k$ -й ступени нагружения;

$V_{\max}$  – значение максимальной эталонной скорости, соответствующей максимальному значению эталонного интервала времени;

#### 6.5 Определение суммарных погрешностей ИК МИС

Суммарные относительные погрешности ИК определить путем суммирования соответствующим образом всех найденных составляющих.

$$\delta V_{\text{сум}} = \pm(\delta V_{\text{T}} + \delta V_{\text{L}}) \quad (16)$$

#### 6.6 Результаты поверки

Результаты поверки считать положительными, если:

- значения суммарной относительной погрешности измерений скорости полёта находятся в пределах  $\pm 2\%$  от ВП при скорости в диапазоне от 20 до 280 м/с.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 7 Оформление результатов поверки системы

- При положительных результатах поверки системы «ИС-Т-15П» оформляются свидетельство о поверке в соответствии с приложением Б

- При отрицательных результатах поверки системы «ИС-Т-15П» не допускается к проведению испытаний, о чем делается запись в паспорте стенда и оформляется извещение о непригодности системы «ИС-Т-15П» к применению в соответствии с приложением В

- После устранения причин повышенной погрешности системы «ИС-Т-15П» проводится повторная поверка в соответствии с требованиями настоящей методики.

Главный метролог

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»



Б.И. Минеев



**МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ АВИАЦИОННОГО  
МОТОРОСТРОЕНИЯ им. П.И.Баранова»  
(ФГУП ЦИАМ)**

Аттестат аккредитации №  
**СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ**  
№

Действительно до «\_\_» \_\_\_\_\_ г.

Средство измерений \_\_\_\_\_  
наименование, тип, модификация, регистрационный номер в Федеральном  
информационном фонде по обеспечению единства измерений

\_\_\_\_\_ (если в состав средства измерений входят несколько автономных измерительных блоков, то  
приводится их перечень и заводские номера)

\_\_\_\_\_ серия и номер знака предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

заводской номер (номера) \_\_\_\_\_

поверено \_\_\_\_\_  
наименование величин, диапазонов, на которых поверено средство измерений  
(если предусмотрено методикой поверки)

поверено в соответствии с \_\_\_\_\_  
наименование документа, на основании которого выполнена поверка

с применением эталонов: \_\_\_\_\_  
наименование, тип, заводской номер (регистрационный номер

\_\_\_\_\_ (при наличии), разряд, класс или погрешность эталона, применяемого при поверке  
при следующих значениях влияющих факторов: \_\_\_\_\_  
приводят перечень влияющих

\_\_\_\_\_ факторов, нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений

и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано соответствующим  
установленным в описании типа метрологическим требованиям и пригодным к применению  
в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Знак поверки

Главный метролог \_\_\_\_\_  
Должность руководителя подразделения \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ Инициалы, фамилия

Поверитель \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ Инициалы, фамилия

Дата поверки «\_\_» \_\_\_\_\_ г.

**ИЗВЕЩЕНИЕ**  
**о непригодности к применению № \_\_\_\_\_**

Средство измерения \_\_\_\_\_  
наименование, тип

\_\_\_\_\_

Заводской номер \_\_\_\_\_

Принадлежащее \_\_\_\_\_  
наименование юридического (физического) лица

\_\_\_\_\_

поверено и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано непригодным к применению в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

Причина непригодности \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Главный метролог

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

Ф.И.О.

Поверитель

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

Ф.И.О.

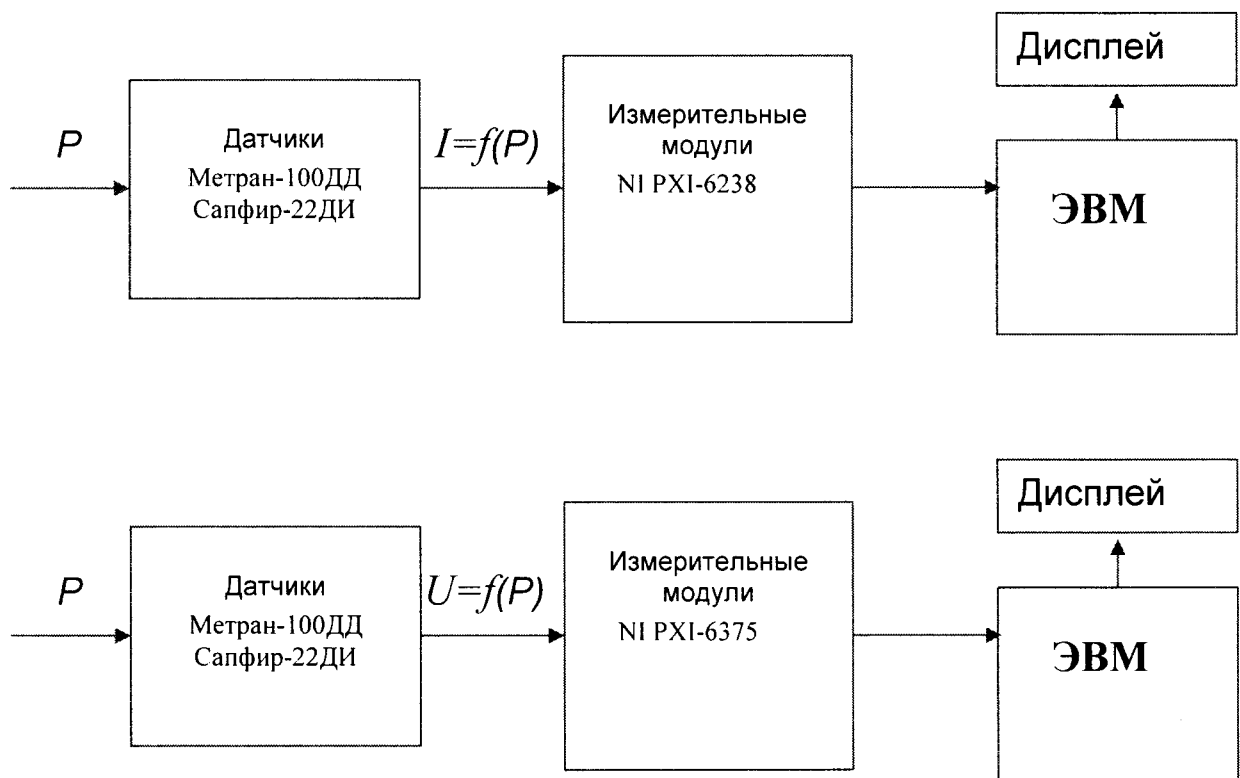


Рисунок 1 Функциональные схемы модуля измерений давления

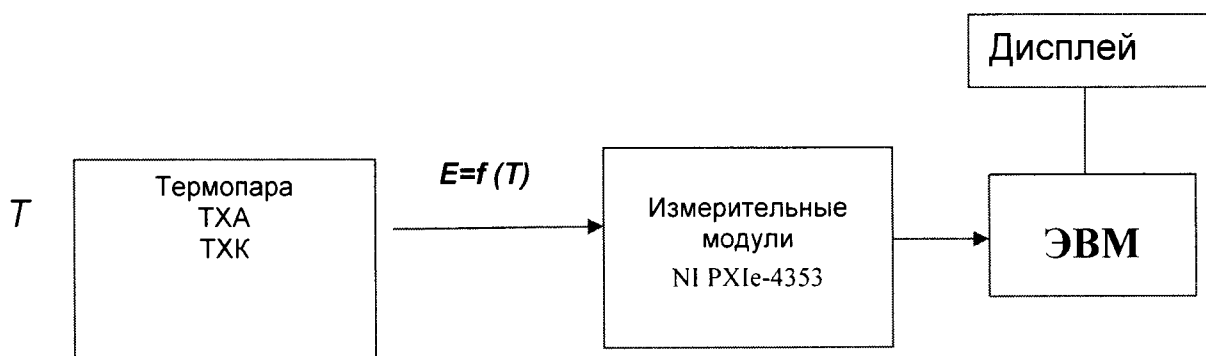


Рисунок 2 Функциональная схема модуля измерений температуры на базе термопар типа ТХК(L).

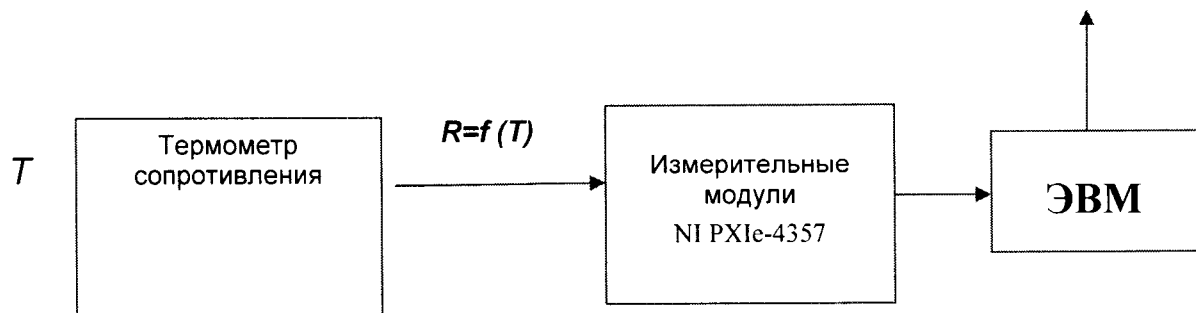


Рисунок 3 Функциональная схема модуля измерений температуры на базе термометров сопротивления.



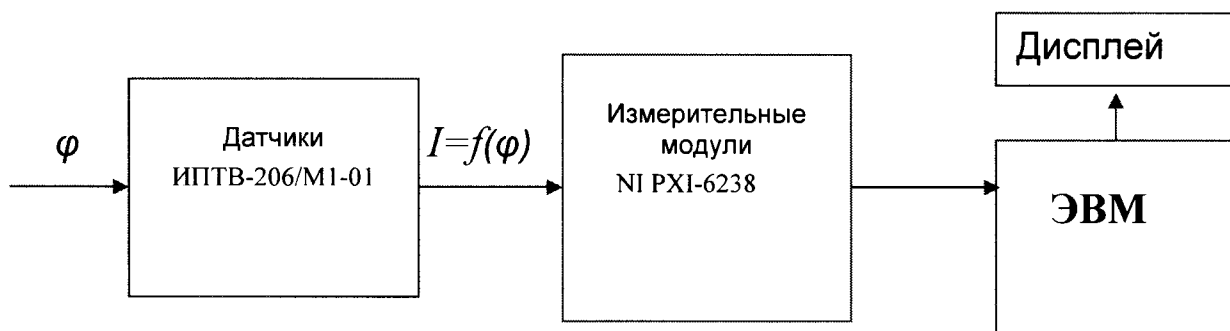


Рисунок 4 Функциональная схема модуля измерений влажности

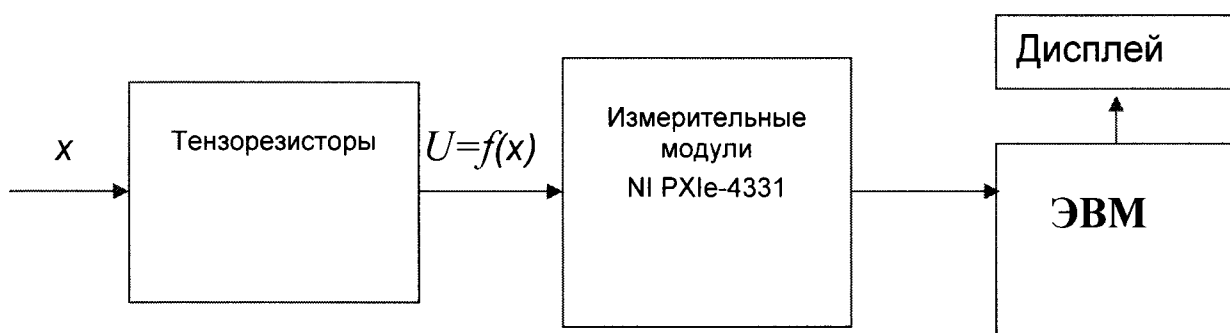


Рисунок 5 Функциональная схема модуля измерений тензодеформаций.

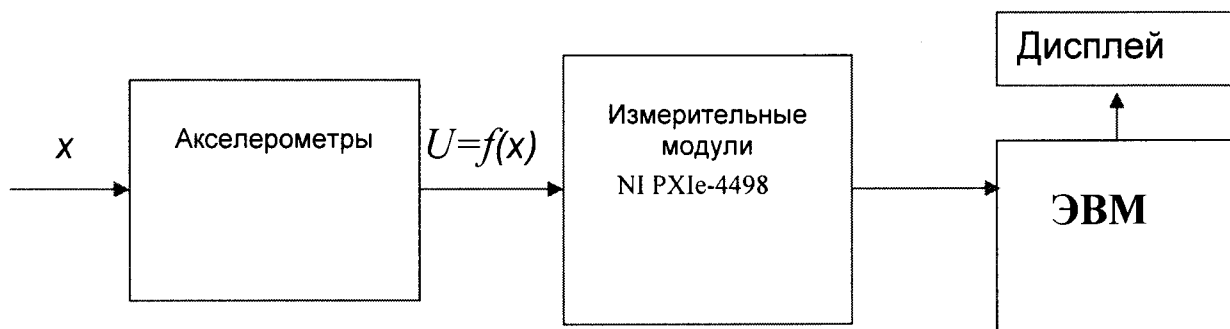


Рисунок 6 Функциональная схема модуля измерений виброускорения.