

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

ОБОЗНАЧЕНИЯ И ТЕРМИНЫ	4
1 Введение	5
2 Поверка модуля измерений давления	6
2.1 Операции и средства поверки	6
2.2 Требования безопасности и условия поверки	7
2.3 Подготовка к поверке	7
2.4 Проведение поверки	7
2.4.1 Внешний осмотр	7
2.4.2 Опробование	7
2.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик	8
2.5 Обработка результатов измерений	8
2.5.1 Определение погрешностей измерительного канала	8
3 Поверка модуля измерения температуры	9
3.1 Операции и средства поверки	9
3.2 Требования безопасности и условия поверки	10
3.3 Подготовка к поверке	10
3.4 Проведение поверки	11
3.4.1 Внешний осмотр	11
3.4.2 Опробование	11
3.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик	11
3.5 Обработка результатов измерений	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
4 Поверка модуля измерения влажности	12
4.1 Операции и средства поверки	12
4.2 Требования безопасности и условия поверки	13
4.3 Подготовка к поверке	13
4.4 Проведение поверки	13
4.4.1 Внешний осмотр	14
4.4.2 Опробование	14
4.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик	14
4.5 Обработка результатов измерений	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
5 Поверка модуля измерения динамических параметров	15
5.1 Операции и средства поверки	15
5.2 Требования безопасности и условия поверки	16
5.3 Подготовка к поверке	16
5.4 Проведение поверки	16
5.4.1 Внешний осмотр	16
5.4.2 Опробование	16
5.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик	17
5.5 Обработка результатов измерений	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
6 Поверка модуля измерения скорости	18
6.1 Операции и средства поверки	20
6.2 Требования безопасности и условия поверки	21
6.3 Подготовка к поверке	21
6.4 Проведение поверки	21
6.4.1 Внешний осмотр	22
6.4.2 Опробование	22
6.4.3 Определение (контроль) метрологических характеристик	22
6.5 Обработка результатов измерений	22
6.5.1 Определение погрешностей измерительного канала	22

6.6 Результаты поверки	
7 Оформление результатов поверки системы.....	23
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 ± 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:

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

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:

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

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 боксеот 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, Гцот 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

:

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

где $T_k, T_{кэз}$ – 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

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

где $\delta T_{\text{т}}$ – 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 боксеот 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, Гцот 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 φ_k .

4.4.3.2 Определение погрешностей первичных преобразователей

Погрешности первичных преобразователей указаны в Протоколах их проверок.

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

:

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

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

φ_{\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 δ_{ϕ} – 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	План поверки и/или вспомогательного средства 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 боксеот 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, Гцот 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 (°C)

в испытательном боксеот 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, Гцот 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:

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

где σ - среднее квадратическое отклонение измеренных базовых расстояний;

t - коэффициент Фишера для вероятности 95 %;

V_{\max} - максимальная скорость;

δL - 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.

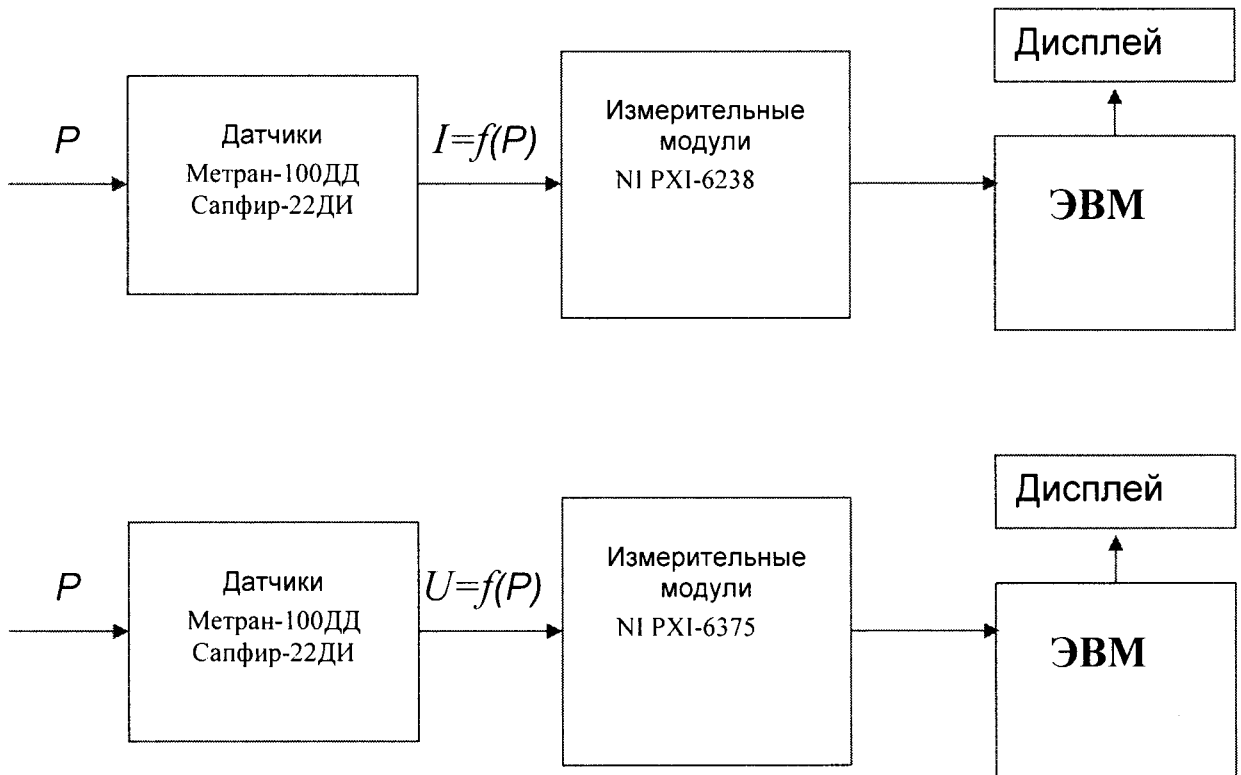


Рисунок 1 Функциональные схемы модуля измерений давления

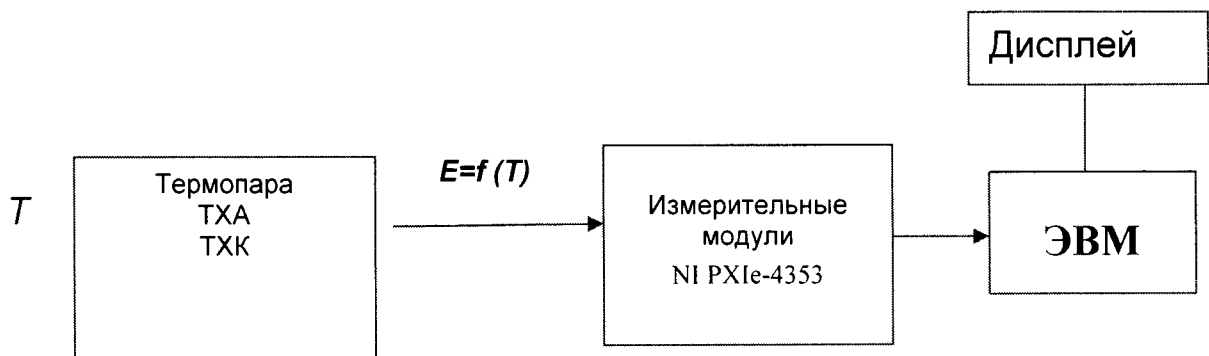


Рисунок 2 Функциональная схема модуля измерений температуры на базе термопар типа ТХК(L).

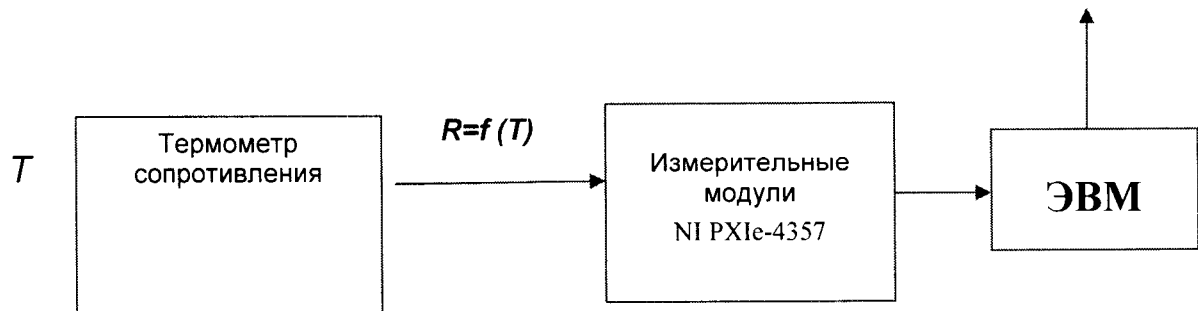


Рисунок 3 Функциональная схема модуля измерений температуры на базе термометров сопротивления.

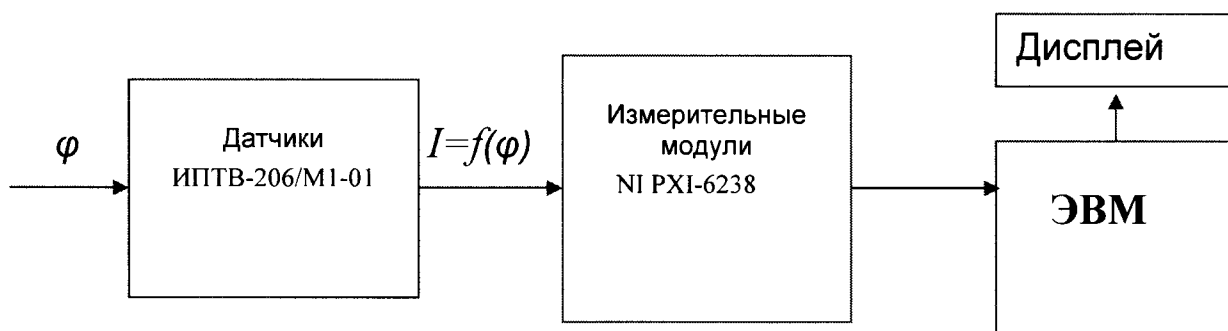


Рисунок 4 Функциональная схема модуля измерений влажности

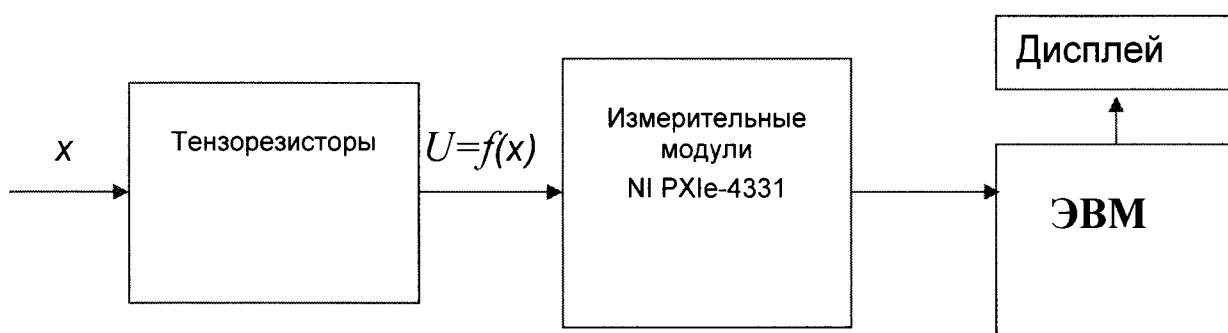


Рисунок 5 Функциональная схема модуля измерений тензодеформаций.

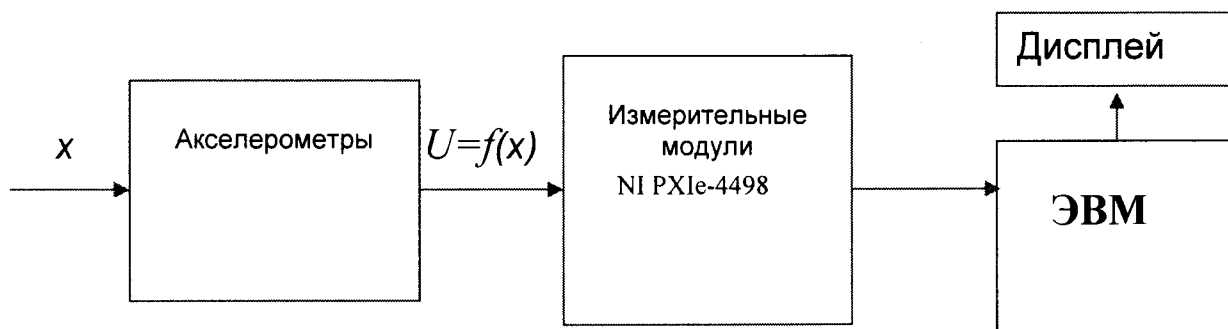


Рисунок 6 Функциональная схема модуля измерений виброускорения.