

ОКП 42 7716

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ

ФБУ "Нижегородский ЦСМ"

И.И. Решетник



УТВЕРЖДАЮ

Директор НПК,

главный конструктор

ФГУП "РФЯЦ - ВНИИЭФ"

С.Ф. Перетрухин



## АППАРАТУРА ИЗМЕРЕНИЯ АБСОЛЮТНОЙ ВИБРАЦИИ

ИВА-И

Руководство по эксплуатации

Приложение

Поверка

ИЦФР.402248.003РЭ1

## Содержание

1 Общие сведения	3
2 Условия поверки	3
3 Средства поверки	4
4 Требования безопасности	4
5 Подготовка к поверке	5
6 Операции поверки	5
7 Проведение поверки	7
7.1 Операции поверки аппаратуры, в состав которой входит только преобразователь измерительный	7
7.2 Операции поверки аппаратуры, в состав которой входит преобразователь измерительный в комплекте с вибропреобразователем	20
8 Оформление результатов поверки	33
Приложение А Перечень приборов и оборудования, применяемых при поверке	34

## **1 Общие сведения**

1.1 Настоящий документ распространяется на аппаратуру измерения абсолютной вибрации ИВА-И (далее – аппаратуру) и устанавливает методику первичной и периодической поверки.

1.2 Первичную поверку аппаратуры проводят при выпуске с предприятия-изготовителя или после ремонта.

Периодическую поверку проводят в процессе эксплуатации или хранения.

Внеочередную поверку проводят при ухудшении метрологических характеристик, нарушении условий эксплуатации, при перенастройке аппаратуры.

Межповерочный интервал – 18 месяцев.

1.3 Проведение поверки должен выполнять персонал, аттестованный в соответствии с ПР 50.2.012-94 "Порядок аттестации поверителей средств измерений".

1.4 При проведении поверки должны проверяться режимы и диапазоны измерений, указанные в паспорте аппаратуры.

При использовании аппаратуры для измерений меньшего числа величин или на меньшем числе диапазонов измерений, допускается на основании решения главного метролога или руководителя эксплуатирующей организации проводить поверку по требованиям нормативных документов этой организации.

## **2 Условия поверки**

2.1 Поверку проводить при нормальных климатических условиях:

- температура окружающего воздуха - от плюс 18 до плюс 25 °С;
- относительная влажность воздуха - от 45 до 80 %;
- атмосферное давление воздуха - от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.).

### **3 Средства поверки**

3.1 Средства измерений, используемые при поверке согласно приложению А, должны быть поверены метрологической службой в соответствии с ПР 50.2.006-94 и иметь заключение (документ) о годности к моменту испытаний.

Указанные средства измерений могут быть заменены на аналогичные, удовлетворяющие требованиям точности измерений.

### **4 Требования безопасности**

4.1 К работе по поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на аппаратуру, инструкции по эксплуатации средств измерений, применяемых при поверке, а также прошедшие инструктаж по безопасности труда на рабочем месте.

4.2 При проведении поверки аппаратуры необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75, "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", и указания по технике безопасности, оговоренные в технических описаниях, инструкциях и руководствах по эксплуатации применяемых средств измерений и средств вычислительной техники.

4.3 Все операции по монтажу и демонтажу аппаратуры должны производиться при отключенном питании преобразователя измерительного.

4.4 Средства поверки, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление.

4.5 Работу с аппаратурой может производить технический персонал, имеющий квалификационную группу по технике безопасности не ниже III.

## **5 Подготовка к поверке**

5.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации на аппаратуру ИЦФР.402248.003РЭ и руководством оператора 643.07623615.40021-01 34 01.

5.2 Перед проведением поверки аппаратуры необходимо выполнить следующие работы:

- обеспечить выполнение условий поверки и требований техники безопасности;
- аппаратура (все составные части) должна быть очищена от внешних загрязнений;
- контакты соединителей преобразователя измерительного и вибропреобразователя должны быть очищены спиртом техническим или спирто-бензиновой смесью;
- собрать схему в соответствии с рисунком 1, если аппаратура представляет собой преобразователь измерительный ИПН-01, 2 – ИПН-01М, 3 – ИПЗ-01, 4 –ИПЗ-01М, 5 – преобразователь измерительный ИПН-01 или ИПЗ-01 в комплекте с вибропреобразователем, 6 или 8 – ИПН-01М в комплекте с вибропреобразователем, 7 или 9 – ИПЗ-01М в комплекте с вибропреобразователем;
- установить программное обеспечение для работы с аппаратурой (пользовательскую программу UserProg IVA). Установка пользовательской программы на ПК производится с компакт-диска ИЦФР.467371.015, входящего в комплект поставки, согласно руководству оператора 643.07623615.40021-01 34 01.

## **6 Операции поверки**

6.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1, если в соответствии с паспортом на аппаратуру в ее состав входит только преобразователь измерительный, или в таблице 2 – преобразователь измерительный в комплекте с вибропреобразователем.

6.2 Если в паспорте на аппаратуру указано, что в данном комплекте поставки не установлены определенные режимы или функции аппаратуры, они при поверке не проверяются (например, если не установлен или не калиброван выход по напряжению – он не проверяется).

6.3 При выполнении измерений цифровой код должен считываться с помощью кнопки "Тренд" пользовательской программы - фиксировать для каждого измерения максимальное и минимальное значения за время не менее 5 с.

Таблица 1 - Преобразователь измерительный

Наименование операции	Пункт поверки
1 Внешний осмотр	7.1.1
2 Опробование	7.1.2
3 Проверка идентификационных данных ПО	7.1.3
3 Проверка режима измерения мгновенного и СКЗ входного сигнала, диапазонов входного сигнала, выходных сигналов, определение относительной погрешности	7.1.4
4 Проверка режима интегрирования и измерения интегрированно-мгновенного и СКЗ входного сигнала, диапазонов входного сигнала, выходных сигналов, определение относительной погрешности	7.1.5
5 Проверка диапазона частот, неравномерности амплитудно-частотных характеристик в режиме измерения мгновенного и СКЗ входного сигнала	7.1.6
6 Проверка диапазона частот, неравномерности амплитудно-частотных характеристик в режиме интегрирования и измерения мгновенного и СКЗ интегрированного входного сигнала	7.1.7
7 Проверка режима измерения частоты, диапазона измерения частоты, определение абсолютной и относительной погрешности	7.1.8

Таблица 2 - Преобразователь измерительный в комплекте с вибропреобразователем

Наименование операции	Пункт поверки
1 Внешний осмотр	7.2.1
2 Опробование	7.2.2
3 Проверка идентификационных данных ПО	7.2.3
3 Проверка режима измерения мгновенных и СКЗ виброускорения, диапазона измерений, выходных сигналов, определение относительной погрешности	7.2.4
4 Проверка режима измерения мгновенных и СКЗ виброскорости, диапазона измерений, выходных сигналов, определение относительной погрешности	7.2.5
5 Проверка диапазона частот, неравномерности амплитудно-частотных характеристик в режиме измерения мгновенного и СКЗ виброускорения	7.2.6
6 Проверка диапазона частот, неравномерности амплитудно-частотных характеристик в режиме измерения мгновенного и СКЗ виброскорости	7.2.7
7 Проверка режима измерения частоты, диапазона измерения частоты, определение абсолютной и относительной погрешности	7.2.8

## 7 Проведение поверки

7.1 Операции поверки аппаратуры, в состав которой входит только преобразователь измерительный

### 7.1.1 Внешний осмотр

7.1.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- заводской номер, указанный на преобразователе измерительном должен совпадать с номером, указанным в паспорте на аппаратуру ИЦФР.402248.003ПС;

- не допускаются механические повреждения и следы коррозии корпуса преобразователя измерительного и соединителей;

- крышка преобразователя измерительного должна быть опломбирована.

### 7.1.2 Опробование

#### 7.1.2.1 Подготовить приборы к работе:

- установить тумблер SA1 в положение “2”;

- установить на источнике питания G2 напряжение  $(24,0 \pm 0,5)$  В, ограничение выходного тока 200 мА;

- установить прибор PA1 в режим измерения постоянного тока до 20 мА, PV1, PV3 – в режим измерения переменного напряжения, PV2 – в режим измерения постоянного напряжения;

- генератор G1 не включать.

#### 7.1.2.2 Установить тумблер SA1 в положение “1”.

7.1.2.3 Запустить пользовательскую программу и установить скорость обмена 9600 бит/с и сетевой адрес преобразователя измерительного (при выпуске с производства установлен сетевой адрес 01).

7.1.2.4 Установить с помощью пользовательской программы режим измерения мгновенного и СКЗ входного сигнала: напряжения для ИПН-01 или ИПН-01М (далее по тексту ИПН, если не оговорено особо) или заряда для ИПЗ-01 или ИПЗ-01М (далее по тексту ИПЗ, если не оговорено особо)

Примечание - При испытаниях в разделе **"Режим работы"** пользовательской программы следует устанавливать:

– режим **“СКЗ виброускорения”** – для установки режима измерения мгновенного и СКЗ входного сигнала (напряжения для ИПН или заряда – для ИПЗ),

– режим **“СКЗ виброскорости”** – для установки режима интегрирования и измерения интегрированного мгновенного и СКЗ входного сигнала.

7.1.2.5 Считать значение выходного напряжения  $U$  по прибору PV2 (при использовании аналоговых выходов). Оно должно быть от 2,4 до 2,6 В. Установить прибор PV2 в режим измерения переменного напряжения.

7.1.2.6 Включить генератор G1, установить частоту 159,2 Гц. Запустить заполнение буфера мгновенных значений с помощью пользовательской программы. Во время заполнения буфера изменять напряжение на выходе генератора от 50 до 150 мВ. Значения цифрового кода, выходного тока по прибору PA1 и выходного напряжения по приборам PV2 и PV3 должны изменяться.

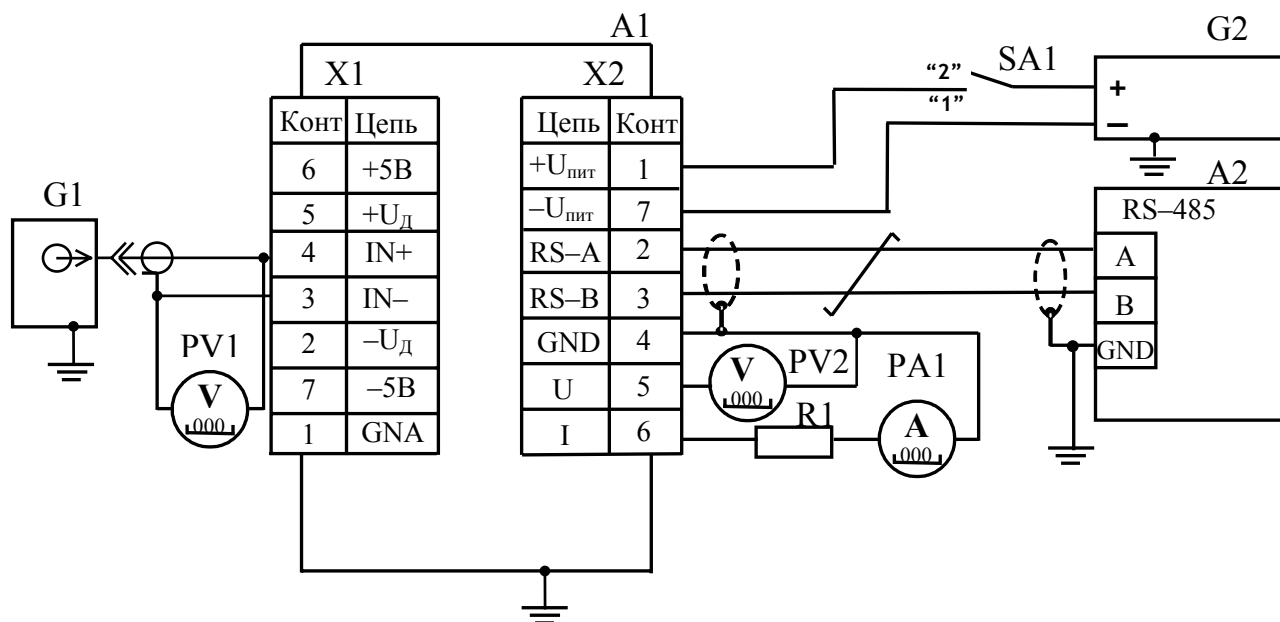
7.1.2.7 Вывести на экран монитора ПЭВМ с помощью пользовательской программы записанные в буферы реализации сигнала. В окнах пользовательской программы должен быть синусоидальный сигнал, амплитуда которого изменяется.

### 7.1.3 Проверка идентификационных данных ПО

7.1.3.1 Для проверки идентификационных данных ПО нажать кнопку "Обновить" в пользовательской программе, в окне "Параметры связи" зафиксировать версию и контрольную сумму установленного ПО.

Результаты проверки считаются положительными, если версия и контрольная сумма ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.3 ИЦФР.402248.003РЭ.

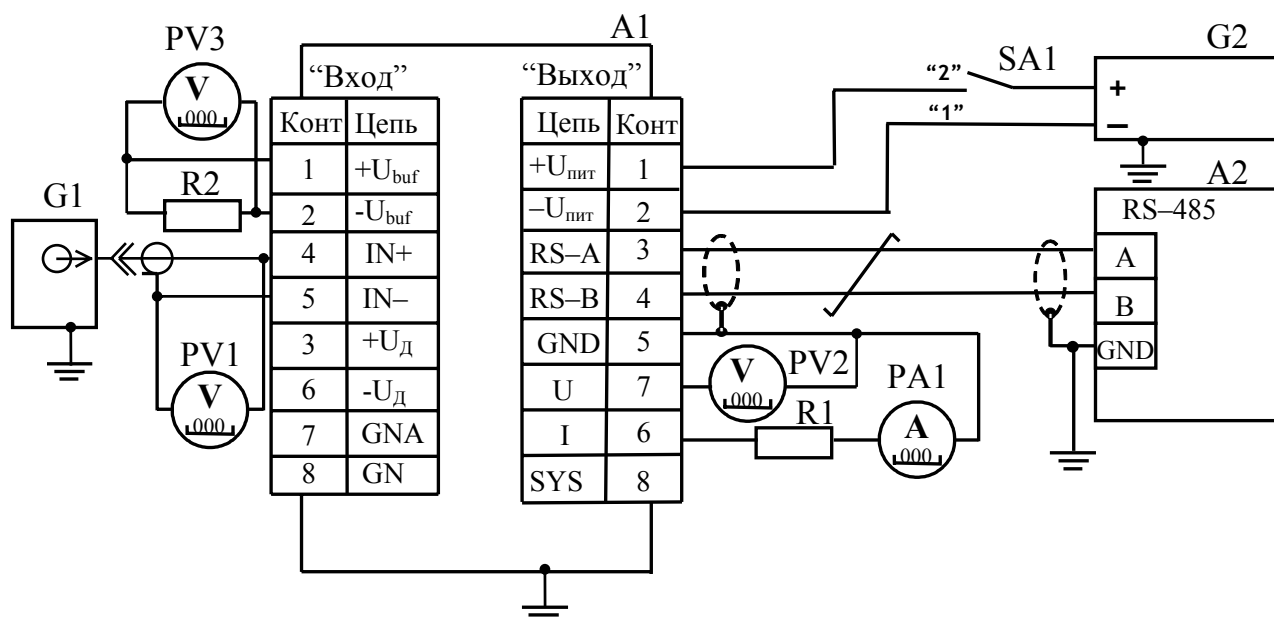




Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Преобразователь измерительный ИПН-01	1	
A2	ЭВМ с интерфейсом RS-485	1	См. приложение А
R1	Резистор С2-33Н-0,125-240 Ом±5% Д-В ОЖО.467.093ТУ	1	
PA1	Вольтметр универсальный цифровой В7-38	1	См. приложение А
PV1, PV2	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1	2	
G1	Генератор низкочастотный прецизионный Г3-122	1	
G2	Источник питания постоянного тока Б5-47	1	
SA1	Тумблер МТ1 ОЮО.360.016 ТУ	1	

- 1 Использовать соединительные провода любой стандартной марки сечением не менее  $0,14 \text{ мм}^2$ , длиной до 1,5 м (кроме витой пары).
- 2 Для соединения A1 и A2 использовать экранированную витую пару с волновым сопротивлением от 80 до 180 Ом (например, КИПЭВ(П) ТУ 16.К99-008-01).
- 3 Выход G1 нагрузить на нагрузку 50 Ом из комплекта генератора.
- 4 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход постоянного тока от 4 до 20 мА не установлен, то вольтметр PA1 не использовать.
- 5 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход напряжения от 0 до 5 В не установлен, то вольтметр PV2 не использовать.

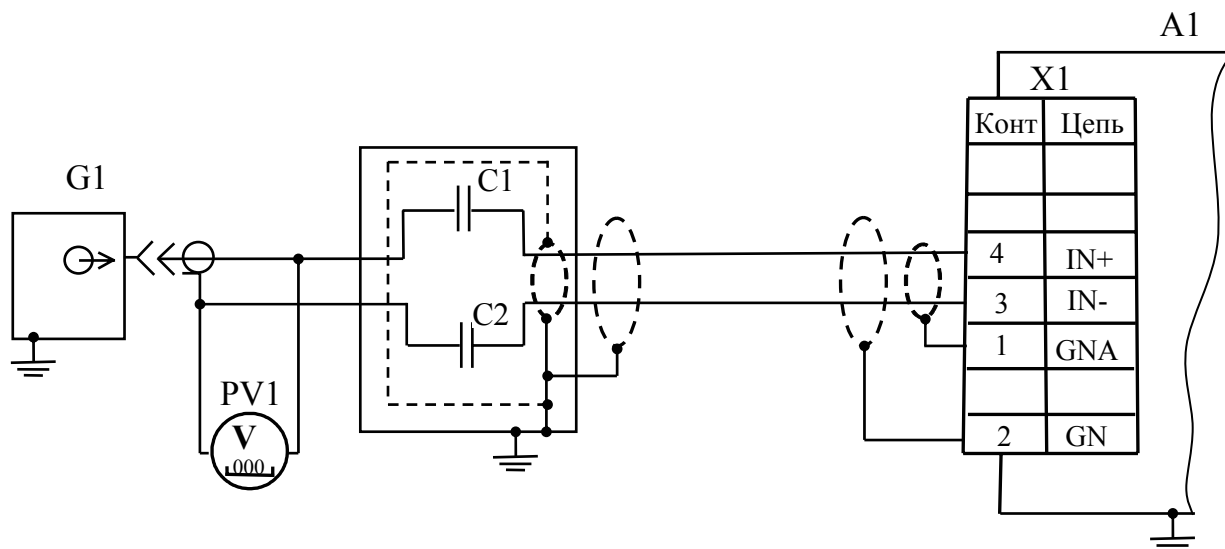
Рисунок 1 – Схема проверки преобразователя измерительного ИПН-01



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Преобразователь измерительный ИПН-01М	1	
A2	ЭВМ с интерфейсом RS-485	1	См. приложение А
R1	Резистор С2-33Н-0,125-240 Ом±5% Д-В ОЖО.467.093ТУ	1	
R2	Резистор С2-33Н-0,5-604 Ом±1% ОЖО.467.173ТУ	1	
PA1	Вольтметр универсальный цифровой В7-38	1	См. приложение А
PV1, PV2, PV3	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1	3	
G1	Генератор низкочастотный прецизионный Г3-122	1	
G2	Источник питания постоянного тока Б5-47	1	
SA1	Тумблер МТ1 ОЮО.360.016 ТУ	1	

- 1 Использовать соединительные провода любой стандартной марки сечением не менее  $0,14 \text{ мм}^2$ , длиной до 1,5 м (кроме витой пары).
- 2 Для соединения A1 и A2 использовать экранированную витую пару с волновым сопротивлением от 80 до 180 Ом (например, КИПЭВ(П) ТУ 16.К99-008-01).
- 3 Выход G1 нагрузить на нагрузку 50 Ом из комплекта генератора.
- 4 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход постоянного тока от 4 до 20 мА не установлен, то вольтметр PA1 не использовать.
- 5 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход напряжения от 0 до 5 В не установлен, то вольтметр PV2 не использовать.

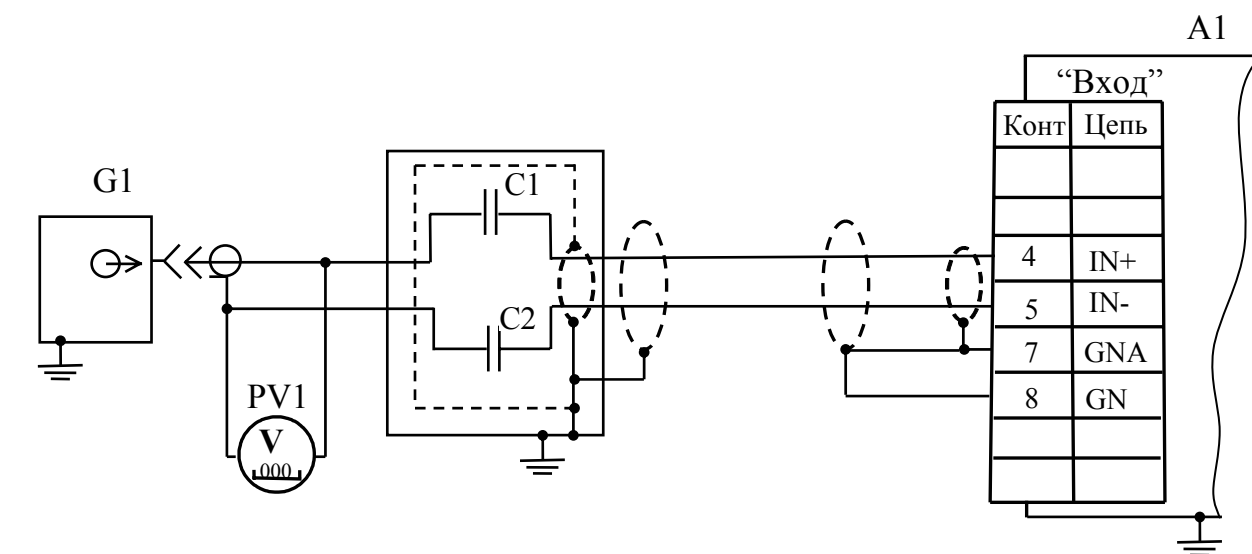
Рисунок 2 – Схема проверки преобразователя измерительного ИПН-01М



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Преобразователь измерительный ИПЗ-01	1	
C1, C2	Конденсатор К10-43а МП0 А 1000 пФ ±1% ОЖО.460.165ТУ	2	
G1	Генератор низкочастотный прецизионный ГЗ-122	1	См. приложение А
PV1	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1	1	

- 1 Подключение выходных цепей A1 выполнить согласно рисунка 1.
- 2 Допускается использование в качестве C1, C2 конденсаторов другой марки номинальной емкостью 1000 пФ и допустимым отклонением емкости не более 1%.
- 3 Блок конденсаторов C1, C2 и цепи между ним и A1 должны размещаться в двойном экране.
- 4 Выход G1 нагрузить на нагрузку 50 Ом из комплекта генератора.

Рисунок 3 - Схема проверки преобразователя измерительного ИПЗ-01



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Преобразователь измерительный ИПЗ-01М	1	
C1, C2	Конденсатор К10-43а МП0 А 1000 пФ ±1% ОЖО.460.165ТУ	2	
G1	Генератор низкочастотный прецизионный ГЗ-122	1	См. приложение А
PV1	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1	1	

- 1 Подключение выходных цепей A1 выполнить согласно рисунка 2.
- 2 Допускается использование в качестве C1, C2 конденсаторов другой марки номинальной емкостью 1000 пФ и допустимым отклонением емкости не более 1%.
- 3 Блок конденсаторов C1, C2 и цепи между ним и A1 должны размещаться в двойном экране.
- 4 Выход G1 нагрузить на нагрузку 50 Ом из комплекта генератора.

Рисунок 4 - Схема проверки преобразователя измерительного ИПЗ-01М

7.1.4 Проверка режима измерения мгновенного и СКЗ входного сигнала (напряжения для ИПН или заряда для ИПЗ), диапазонов входного сигнала, выходных сигналов, определение относительной погрешности

7.1.4.1 Вычислить коэффициенты преобразования по формулам:

– для ИПН:

$$K_N = 4095/U_{\max}, \quad (1)$$

– для ИПЗ:

$$K_N = 4095/Q_{\max}, \quad (2)$$

где  $U_{\max}$ ,  $Q_{\max}$  – максимальное измеряемое СКЗ входного сигнала (напряжения для ИПН или заряда для ИПЗ).

Примечание - Максимальные СКЗ входного сигнала для заводских настроек содержатся в условном обозначении аппаратуры, которое приведено в паспорте на аппаратуру. Если в период эксплуатации была произведена перенастройка преобразователя измерительного, то максимальные СКЗ входного сигнала приведены в разделе “Особые отметки” паспорта.

7.1.4.2 Установить режим измерения мгновенного и СКЗ входного сигнала (напряжения для ИПН или заряда для ИПЗ) с помощью пользовательской программы, режим слежения и окно “Тренд”, отключить фильтры (установить частотный диапазон “10...10000 Гц” или “no filter”).

7.1.4.3 Устанавливая на выходе генератора G1 на базовой частоте  $f_{\text{баз}}=159,2$  Гц значения напряжения  $U_i$ , мВ, равные  $0.005 U_{\max}$ ,  $0.01 U_{\max}$ ,  $0.05 U_{\max}$ ,  $0.1 U_{\max}$ ,  $0.2 U_{\max}$ ,  $0.4 U_{\max}$ ,  $0.6 U_{\max}$ ,  $0.8 U_{\max}$ ,  $U_{\max}$  для ИПН или значения напряжения, пропорционального заряду  $Q_i$ , пКл, равные  $0.005 Q_{\max}$ ,  $0.01 Q_{\max}$ ,  $0.05 Q_{\max}$ ,  $0.1 Q_{\max}$ ,  $0.2 Q_{\max}$ ,  $0.4 Q_{\max}$ ,  $0.6 Q_{\max}$ ,  $0.8 Q_{\max}$ ,  $Q_{\max}$  для ИПЗ, считать значение цифрового кода  $N_{\text{вых}i}$  (по тренду), значения выходного тока  $I_{\text{вых}i}$  по прибору PA1 и выходного напряжения  $U_{\text{вых}i}$  по приборам PV2 и PV3. Значения  $U_i$  или  $Q_i$  и результаты измерений записать.

Примечание - Для задания СКЗ заряда  $Q$ , пКл, на входе ИПЗ на выходе генератора G1 необходимо установить СКЗ напряжения  $U$ , мВ, вычисленное по формуле

$$U = \frac{Q}{C} \cdot 10^3, \quad (3)$$

где С, пФ – емкость последовательно включенных конденсаторов С1 и С2 (в соответствии с рисунками 3 и 4), измеренная экспериментально или вычисленная по формуле

$$C = \frac{C1 \cdot C2}{C1 + C2} . \quad (4)$$

7.1.4.4 По результатам измерений для каждого выхода по формулам в соответствии с таблицей 3 рассчитать измеренное СКЗ напряжения  $U_{Ni}$ ,  $U_{Ii}$ ,  $U_{Ui}$  для ИПН или заряда  $Q_{Ni}$ ,  $Q_{Ii}$ ,  $Q_{Ui}$  – для ИПЗ и относительную погрешность аппаратуры при измерении СКЗ напряжения или заряда.

Таблица 3

Параметр	Выходы преобразователя измерительного		
	цифрового кода	постоянного тока	напряжения
1 Измеряемый параметр: –СКЗ напряжения для ИПН, мВ  –СКЗ заряда для ИПЗ, пКл	$U_{Ni} = \frac{N_{\text{вых } i}}{K_N}$  $Q_{Ni} = \frac{N_{\text{вых } i}}{K_N}$	$U_{Ii} = \frac{I_{\text{вых } i} - 4}{K_N \cdot K_I}$  $Q_{Ii} = \frac{I_{\text{вых } i} - 4}{K_N \cdot K_I}$ где $K_I = 3.91 \cdot 10^{-3}$ мА/ед.	$U_{Ui} = \frac{U_{\text{вых } i}}{K_N \cdot K_U} *$  $Q_{Ui} = \frac{U_{\text{вых } i}}{K_N \cdot K_U} *$ где $K_U = 2.44 \cdot 10^{-4}$ мВ/ед.
2 Относительная погрешность измерений, % –для ИПН  –для ИПЗ	$\delta_{Ni} = \frac{U_{Ni} - U_i}{U_i} \cdot 100$  $\delta_{Ni} = \frac{Q_{Ni} - Q_i}{Q_i} \cdot 100$	$\delta_{Ii} = \frac{U_{Ii} - U_i}{U_i} \cdot 100$  $\delta_{Ii} = \frac{Q_{Ii} - Q_i}{Q_i} \cdot 100$	$\delta_{Ui} = \frac{U_{Ui} - U_i}{U_i} \cdot 100$  $\delta_{Ui} = \frac{Q_{Ui} - Q_i}{Q_i} \cdot 100$
Примечание – Для буферизированного выхода ИПН-01М и ИПЗ-01М вместо произведения ( $K_N \cdot K_U$ ) использовать коэффициент преобразования для данного выхода, приведенный в паспорте.			

7.1.4.5 Для каждого измерения рассчитать пределы допускаемой относительной погрешности по формулам, приведенным в требованиях с порядковым номером 25 и 26 таблицы 1.1 ИЦФР.402248.003РЭ.

Результаты проверки считаются положительными, если относительная погрешность аппаратуры в режиме измерений мгновенного и СКЗ входного сигнала в рабочем диапазоне амплитуд соответствуют требованиям с порядковыми номерами 25 и 26 таблицы 1.1 ИЦФР.402248.003РЭ.

7.1.5 Проверка режима интегрирования и измерения интегрированного мгновенного и СКЗ входного сигнала, диапазонов входного сигнала, выходных сигналов, определение относительной погрешности

7.1.5.1 Вычислить коэффициенты преобразования по формулам:

– для ИПН:

$$K_{\text{интN}} = 8190 \cdot \pi \cdot f_{\text{баз}} / U_{\text{макс инт}}, \quad (5)$$

– для ИПЗ:

$$K_{\text{интN}} = 8190 \cdot \pi \cdot f_{\text{баз}} / Q_{\text{макс инт}}, \quad (6)$$

где  $U_{\text{макс инт}}$ ,  $Q_{\text{макс инт}}$  – максимальное СКЗ входного сигнала (напряжения для ИПН или заряда для ИПЗ) в режиме интегрирования и измерения СКЗ интегрированного сигнала на базовой частоте  $f_{\text{баз}}=159,2$  Гц.

Примечание – Максимальные СКЗ входного сигнала для заводских настроек содержатся в условном обозначении аппаратуры, которое приведено в паспорте на аппаратуру. Если в период эксплуатации была произведена перенастройка преобразователя измерительного, то максимальные СКЗ входного сигнала приведены в разделе “Особые отметки” паспорта.

7.1.5.2 Установить режим интегрирования и измерения мгновенного и СКЗ интегрированного сигнала (напряжения для ИПН или заряда для ИПЗ) с помощью пользовательской программы.

7.1.5.3 Устанавливая на выходе генератора G1 на базовой частоте  $f_{\text{баз}}=159,2$  Гц значения напряжения  $U_{\text{интi}}$ , равные  $0.005U_{\text{макс}}$ ,  $0.01U_{\text{макс}}$ ,  $0.1U_{\text{макс инт}}$ ,  $0.2U_{\text{макс инт}}$ ,  $0.4U_{\text{макс инт}}$ ,  $0.6U_{\text{макс инт}}$ ,  $0.8U_{\text{макс инт}}$ ,  $U_{\text{макс инт}}$  для ИПН или значения напряжения, пропорционального заряду  $Q_{\text{интi}}$  равные  $0.005Q_{\text{макс}}$ ,  $0.01Q_{\text{макс}}$ ,  $0.1Q_{\text{макс инт}}$ ,  $0.2Q_{\text{макс инт}}$ ,  $0.4Q_{\text{макс инт}}$ ,  $0.6Q_{\text{макс инт}}$ ,  $0.8Q_{\text{макс инт}}$ ,  $Q_{\text{макс инт}}$  для ИПЗ (используя формулы (3) и (4)), считать значение цифрового кода  $N_{\text{выхi}}$  (по тренду), значения выходного тока  $I_{\text{выхi}}$  по прибору PA1 и выходного напряжения  $U_{\text{выхi}}$  по прибору PV2. Значения  $U_i$  или  $Q_i$  и результаты измерений записать.

7.1.5.4 По результатам измерений для каждого выхода по формулам в соответствии с таблицей 4 рассчитать измеренное СКЗ интегрированного напряжения  $U_{\text{интNi}}$ ,  $U_{\text{интIi}}$ ,  $U_{\text{интUi}}$  для ИПН или заряда  $Q_{\text{интNi}}$ ,  $Q_{\text{интIi}}$ ,  $Q_{\text{интUi}}$  для ИПЗ и относительную погрешность аппаратуры при измерении интегрированного напряжения или заряда.

Таблица 4

Параметр	Выходы преобразователя измерительного		
	цифрового кода	постоянного тока	напряжения
1 Измеряемый параметр - СКЗ интегрированного –напряжения для ИПН, мВ·с  –заряда для ИПЗ, пКл·с	$U_{\text{интNi}} = \frac{N_{\text{вых i}}}{K_{\text{интN}}}$ $Q_{\text{интNi}} = \frac{N_{\text{вых i}}}{K_{\text{интN}}}$	$U_{\text{интIi}} = \frac{I_{\text{вых i}} - 4}{K_{\text{интN}} \cdot K_I}$ $Q_{\text{интIi}} = \frac{I_{\text{вых i}} - 4}{K_{\text{интN}} \cdot K_I}$ <p>где <math>K_I = 3.91 \cdot 10^{-3}</math> мА/ед.</p>	$U_{\text{интUi}} = \frac{U_{\text{вых i}}}{K_{\text{интN}} \cdot K_U}$ $Q_{\text{интUi}} = \frac{U_{\text{вых i}}}{K_{\text{интN}} \cdot K_U}$ <p>где <math>K_U = 2.44 \cdot 10^{-4}</math> мВ/ед.</p>
2 Относительная погрешность измерений, % –для ИПН  –для ИПЗ	$\delta_{Ni} = \frac{U_{\text{интNi}} - U_{\text{инт i}}}{U_{\text{инт i}}} \cdot 100$ $\delta_{Ni} = \frac{Q_{\text{интNi}} - Q_{\text{инт i}}}{Q_{\text{инт i}}} \cdot 100$	$\delta_{Ii} = \frac{U_{\text{интIi}} - U_{\text{инт i}}}{U_{\text{инт i}}} \cdot 100$ $\delta_{Ii} = \frac{Q_{\text{интIi}} - Q_{\text{инт i}}}{Q_{\text{инт i}}} \cdot 100$ <p>где <math>U_{\text{инт i}} = U_i / 1000</math></p>	$\delta_{Ui} = \frac{U_{\text{интUi}} - U_{\text{инт i}}}{U_{\text{инт i}}} \cdot 100$ $\delta_{Ui} = \frac{Q_{\text{интUi}} - Q_{\text{инт i}}}{Q_{\text{инт i}}} \cdot 100$

7.1.5.5 Для каждого измерения рассчитать пределы допускаемой относительной погрешности по формулам, приведенным в требованиях с порядковым номером 25 и 26 таблицы 1.1 ИЦФР.402248.003РЭ.

Результаты проверки считаются положительными, если относительная погрешность аппаратуры в режиме интегрирования и измерения мгновенного и СКЗ интегрированного входного сигнала в рабочем диапазоне амплитуд соответствуют требованиям с порядковыми номерами 25 и 26 таблицы 1.1 ИЦФР.402248.003РЭ.

7.1.6 Проверка диапазона частот, неравномерности амплитудно–частотных характеристик в режиме измерения мгновенного и СКЗ входного сигнала

7.1.6.1 Установить режим измерения мгновенного и СКЗ входного сигнала (напряжения для ИПН или заряда для ИПЗ) с помощью пользовательской программы, режим слежения и окно “Тренд”, отключить фильтры (установить частотный диапазон “10...10000 Гц” или “no filter”).



7.1.6.2 Установить на выходе генератора G1 на базовой частоте  $f_{\text{баз}}=159,2$  Гц СКЗ напряжения  $U_{\text{вх}}=0.7 \cdot U_{\text{max}}$  для ИПН или  $U_{\text{вх}}$ , соответствующее  $Q_{\text{вх}}=0.7 \cdot Q_{\text{max}}$  для ИПЗ (используя формулы (3) и (4)). Считать значение цифрового кода  $N_{\text{баз}}$  (по тренду), значения выходного тока  $I_{\text{баз}}$  по прибору PA1 и выходного напряжения  $U_{\text{баз}}$  по приборам PV2 и PV3. Значение  $U_{\text{вх}}$  и результаты измерений записать.

7.1.6.3 Устанавливая последовательно на выходе генератора G1 частоту  $f_i$ , равную 10, 20, 40, 80, 320, 500, 1000, 2000, 4000, 7000, 10000 Гц для ИПН или 10, 20, 40, 80, 320, 500, 1000, 2000, 3000, 5000, 7000 Гц для ИПЗ и поддерживая  $U_{\text{вх}}$  постоянным, считать значения цифрового кода  $N_i$  (по тренду), выходного тока  $I_i$  по прибору PA1 и выходных напряжений  $U_i$  по приборам PV2 и PV3. Результаты измерений записать.

Примечание – Значения выходного напряжения  $U_i$  по прибору PV2 фиксировать до частоты 2500 Гц включительно.

7.1.6.4 По результатам измерений для каждого выхода рассчитать неравномерность АЧХ при измерении мгновенного и СКЗ входного сигнала (напряжения или заряда),  $\delta_f$ , по формулам:

$$\delta_{f(N)i} = \frac{N_i - N_{\text{баз}}}{N_{\text{баз}}} \cdot 100\%, \quad (7)$$

$$\delta_{f(I)i} = \frac{I_i - I_{\text{баз}}}{I_{\text{баз}} - 4} \cdot 100\%, \quad (8)$$

$$\delta_{f(U)i} = \frac{U_i - U_{\text{баз}}}{U_{\text{баз}}} \cdot 100\%. \quad (9)$$

Результаты проверки считаются положительными, если в рабочем диапазоне частот по требованию с порядковым номером 27 таблицы 1.1 ИЦФР.402248.003РЭ неравномерность АЧХ не превышает пределов по требованию с порядковым номером 32 таблицы 1.1 ИЦФР.402248.003РЭ.

7.1.7 Проверка диапазона частот, неравномерности амплитудно–частотных характеристик в режиме интегрирования и измерения мгновенного и СКЗ интегрированного входного сигнала

7.1.7.1 Установить режим интегрирования и измерения мгновенного и СКЗ интегрированного входного сигнала (напряжения для ИПН или заряда для ИПЗ) с помощью Пользовательской программы, режим слежения и окно “Тренд”, отключить фильтры (установить частотный диапазон “10...10000 Гц” или "no filter").

7.1.7.2 Установить на выходе генератора G1 на базовой частоте  $f_{\text{баз}}=159,2$  Гц СКЗ напряжения  $U_{\text{вх баз}}=0.7 \cdot U_{\text{мах инт}}$  для ИПН или  $U_{\text{вх баз}}$ , соответствующее  $Q_{\text{вх}}=0.7 \cdot Q_{\text{мах инт}}$ , для ИПЗ (используя формулы (3) и (4)). Считать значение цифрового кода  $N_{\text{баз}}$  (по тренду), значения выходного тока  $I_{\text{баз}}$  по прибору РА2 и выходного напряжения  $U_{\text{баз}}$  по прибору PV2. Значение  $U_{\text{вх}}$  и результаты измерений записать.

7.1.7.3 Устанавливая последовательно на выходе генератора G1 частоту  $f_i$ , равную 10, 20, 40, 80, 320, 500, 1000, 1500, 2000, 2500 Гц и напряжение  $U_{\text{вх}i}$  по прибору PV1, вычисленное по формуле (10), считать значения цифрового кода  $N_i$  (по тренду), выходного тока  $I_i$  по прибору РА2 и выходного напряжения  $U_i$  по прибору PV2. Результаты измерений записать.

$$U_{\text{вх}i} = \frac{U_{\text{вх баз}} \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_i}{1000}. \quad (10)$$

Примечание – Напряжение  $U_{\text{вх}i}$  не должно превышать 1000 мВ. Если вычисленное по формуле (10) значение  $U_{\text{вх}i}$  на частоте  $f_i$  превышает 1000 мВ, необходимо устанавливать на данной частоте на выходе генератора G1 СКЗ напряжения  $U_{\text{вх}}=1000.0$  мВ, а для расчета неравномерности АЧХ вместо  $N_i$ ,  $I_i$ , и  $U_i$  использовать скорректированные значения цифрового кода  $N_{i1000}$ , выходного тока  $I_{i1000}$  и выходного напряжения  $U_{i1000}$ , вычисленные по формулам (11), (12) и (13), соответственно:

$$N_{i1000} = \frac{U_{\text{вх}i} \cdot N_i}{1000}, \quad (11)$$

$$I_{i1000} = \frac{U_{\text{вх}i} \cdot (I_i - 4)}{1000} + 4, \quad (12)$$

$$U_{i1000} = \frac{U_{\text{вх}i} \cdot U_i}{1000}. \quad (13)$$

7.1.7.4 По результатам измерений рассчитать неравномерность АЧХ в режиме интегрирования и измерения мгновенного и СКЗ входного интегрированного сигнала (напряжения для ИПН или заряда для ИПЗ) по формулам (7) – (9).

Результаты проверки считаются положительными, если в рабочем диапазоне частот неравномерность АЧХ не превышает пределов по требованиям с порядковым номером 33 таблицы 1.1 ИЦФР.402248.003РЭ.

7.1.8 Проверка режима измерения частоты, диапазона измерения частоты, определение абсолютной и относительной погрешности

7.1.8.1 Вычислить коэффициенты преобразования  $K_f$  по формуле

$$K_{Nf} = 4095/f_{\max}, \quad (14)$$

где  $f_{\max}$  – максимальная измеряемая частота

Примечание – Максимальная измеряемая частота для заводских настроек содержится в условном обозначении аппаратуры, которое приведено в паспорте на аппаратуру. Если в период эксплуатации была произведена перенастройка преобразователя измерительного, то максимальная измеряемая частота приведена в разделе “Особые отметки” паспорта.

7.1.8.2 Установить режим измерения частоты с помощью пользовательской программы.

7.1.8.3 Устанавливая на выходе генератора G1 значения частоты  $f_i$  равные 10.0, 20.0, 40.0, 80.0, 160.0, 300.0, 600.0,  $0.5f_{\max}$ ,  $0.75f_{\max}$ ,  $f_{\max}$  Гц и значения напряжения  $(500 \pm 100)$  мВ для ИПН или напряжения пропорционального  $(500 \pm 100)$  пКл для ИПЗ (используя формулы (3) и (4)), считать значение цифрового кода  $N_{\text{вых.}i}$  (по тренду) и значения выходного тока  $I_{\text{вых.}i}$  по прибору РА2. Значения  $f_i$  и результаты измерений записать.

7.1.8.4 По результатам измерений по 7.1.8.3 для каждого значения частоты по формулам в соответствии с таблицей 5 рассчитать измеренные значения частоты ( $f_{Ni}$  и  $f_{fi}$ ), абсолютную погрешность аппаратуры при измерении частоты по выходу цифрового кода и относительную – по выходу постоянного тока.

Таблица 5

Параметр	Выходы преобразователя измерительного	
	цифрового кода	постоянного тока
Частота, Гц	$f_{Ni} = \frac{N_{\text{вых } i}}{K_{Nf}}$	$f_{Ii} = \frac{I_{\text{вых } i} - 4}{K_{Nf} \cdot K_f}$ где $K_f = 3.91 \cdot 10^{-3}$ мА/ед.
Абсолютная погрешность измерений, Гц	$\Delta_{Ni} = f_{Ni} - f_i$	–
Относительная погрешность измерений, %	–	$\delta_{Ii} = \frac{f_{Ii} - f_i}{f_i} \cdot 100$

7.1.8.5 Для каждого измерения рассчитать пределы допускаемой погрешности по формулам, приведенным в требовании с порядковым номером 29 таблицы 1.1 ИЦФР.402248.003РЭ.

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность аппаратуры в режиме измерения частоты в рабочем диапазоне частот соответствует требованиям с порядковым номером 29 таблицы 1.1 ИЦФР.402248.003РЭ.

7.1.8.6 Выключить питание преобразователя измерительного (тумблер SA1 в положение “2”), выключить приборы, разобрать схему.

7.2 Операции поверки аппаратуры, в состав которой входит преобразователь измерительный в комплекте с вибропреобразователем

#### 7.2.1 Внешний осмотр

7.2.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- заводские номера, указанные на преобразователе измерительном и вибропреобразователе должны совпадать с номерами, указанными в паспорте на аппаратуру ИЦФР.402248.003ПС;

- не допускаются механические повреждения и следы коррозии корпуса преобразователя измерительного, вибропреобразователя, соединителей и жгутов;

- крышка преобразователя измерительного должна быть опломбирована.

## 7.2.2 Опробование

### 7.2.2.1 Подготовить приборы к работе:

- установить тумблер SA1 в положение “2”;
- установить на источнике питания G1 напряжение  $(24,0 \pm 0,5)$  В, ограничение выходного тока 200 мА;
- установить прибор PA1 в режим измерения постоянного тока до 20 мА, PV1 – в режим измерения постоянного напряжения, PV2 – в режим измерения переменного напряжения;
- установить вибропреобразователь на стол задатчика вибрации (далее вибростенд) поверочной вибрационной установки (далее виброустановки).

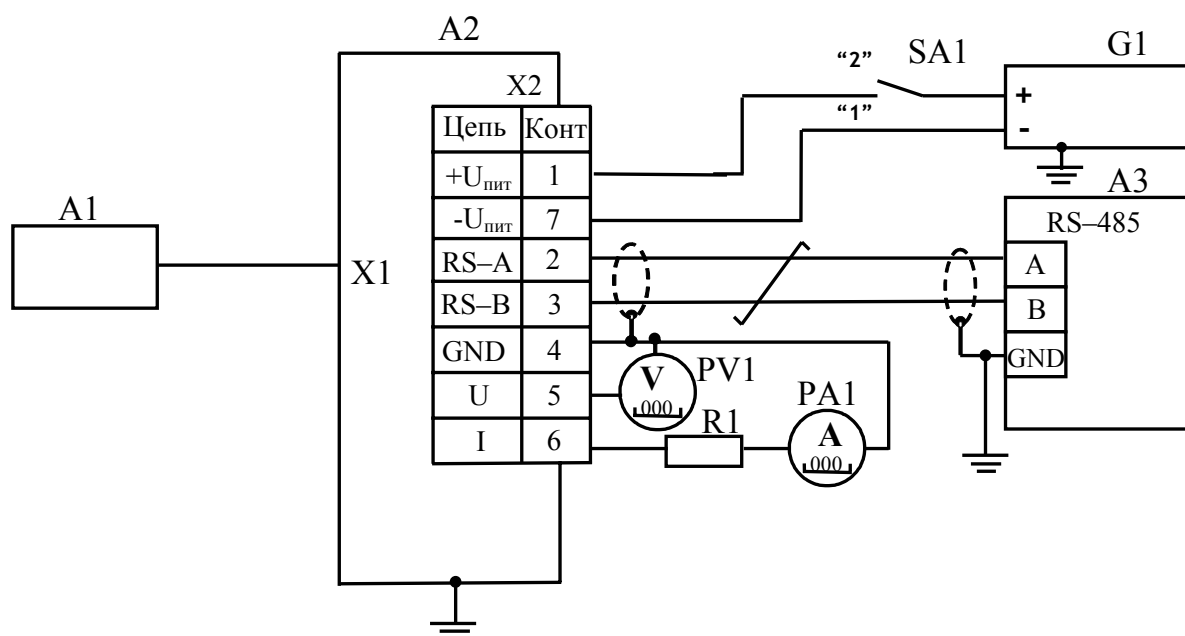
### 7.2.2.2 Установить тумблер SA1 в положение “1”.

7.2.2.3 Запустить пользовательскую программу и установить скорость обмена 9600 бит/с и сетевой адрес преобразователя измерительного (при выпуске с производства установлен сетевой адрес 01).

7.2.2.4 Установить режим измерения мгновенного и СКЗ виброускорения с помощью пользовательской программы.

7.2.2.5 Считать значение выходного напряжения U по прибору PV1 (при использовании аналоговых выходов). Оно должно быть от 2,4 до 2,6 В. Установить прибор PV1 в режим измерения переменного напряжения.

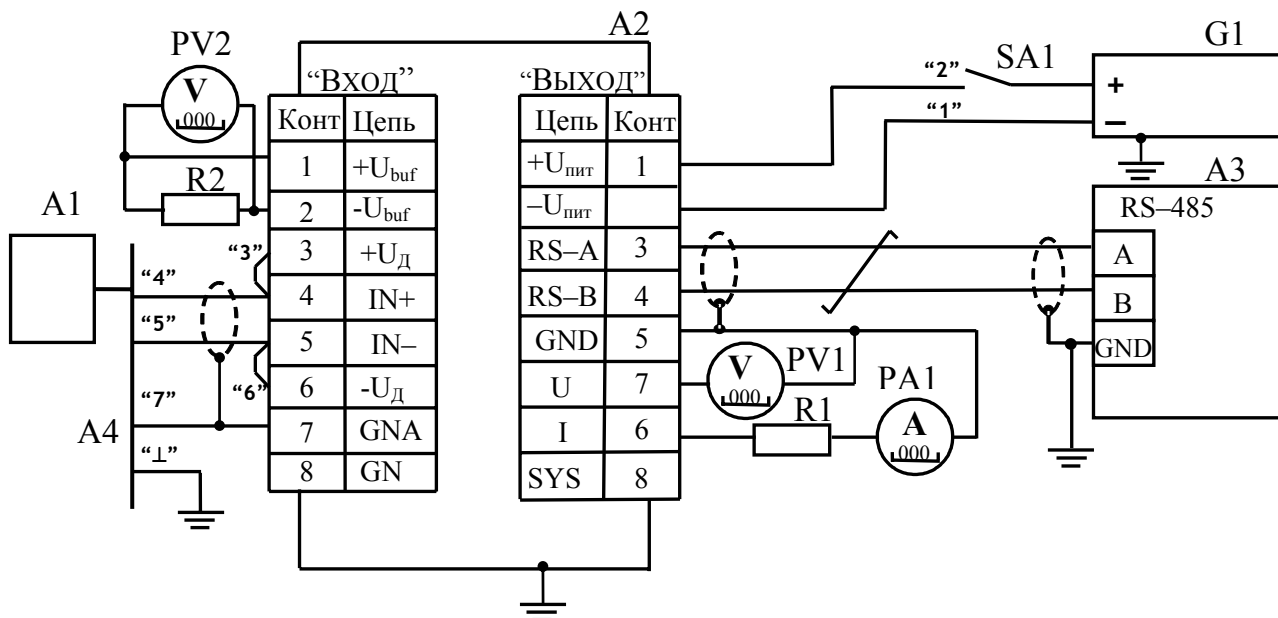
7.2.2.6 Включить виброустановку. Запустить заполнение буфера мгновенных значений с помощью пользовательской программы. Во время заполнения буфера изменять задаваемое установкой на столе вибростенда СКЗ виброускорения от 20 до 50 м/с<sup>2</sup> на частоте 159.2 Гц. Значения цифрового кода, выходного тока по прибору PA1 и выходного напряжения по прибору PV1 должны изменяться.



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Первичный преобразователь (вибропреобразователь)	1	
A2	Преобразователь измерительный ИПН-01 или ИПЗ-01	1	
A3	ЭВМ с интерфейсом RS-485	1	
R1	Резистор С2-33Н-0,125-240 Ом±5% Д-В ОЖО.467.093ТУ	1	
PA1	Вольтметр универсальный цифровой В7-38	1	См. приложение А
PV1	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1	1	
G1	Источник питания постоянного тока Б5-47	1	
SA1	Тумблер МТ1 ОЮО.360.016 ТУ	1	

- 1 Использовать соединительные провода любой стандартной марки сечением не менее  $0,14 \text{ мм}^2$ , длиной до 1,5 м (кроме витой пары).
- 2 Для соединения A2 и A3 использовать экранированную витую пару с волновым сопротивлением от 80 до 180 Ом (например, КИПЭВ(П) ТУ 16.К99-008-01).
- 3 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход постоянного тока от 4 до 20 мА не установлен, то вольтметр PA1 не использовать.
- 4 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход напряжения от 0 до 5 В не установлен, то вольтметр PV1 не использовать.

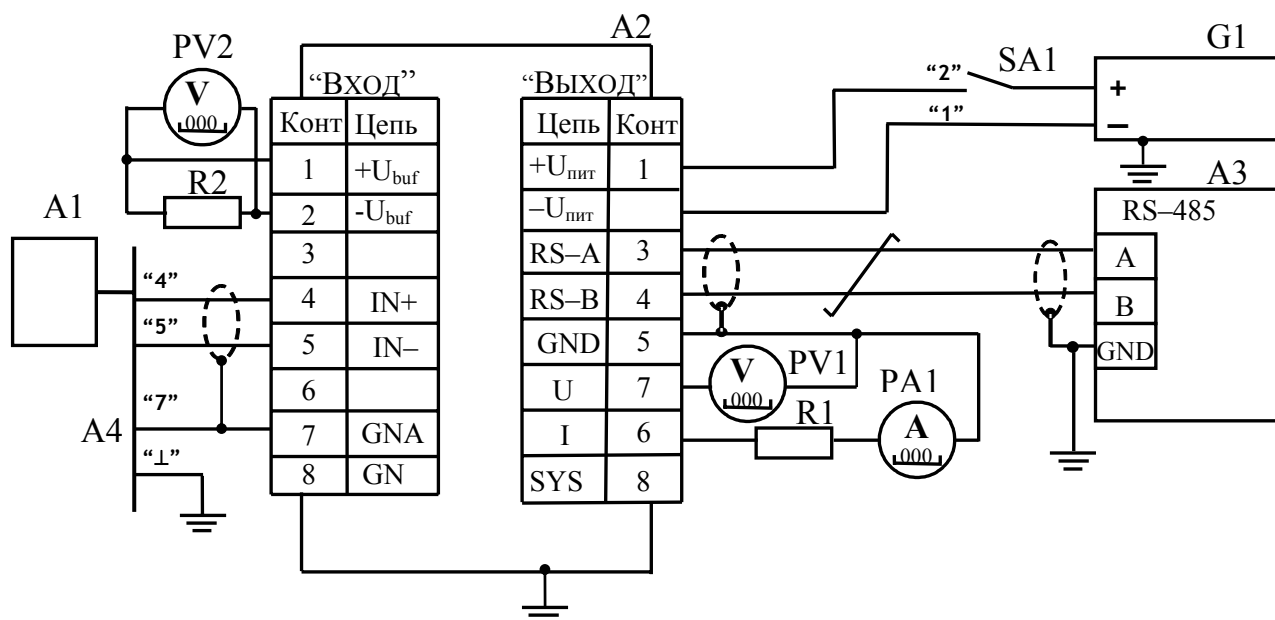
Рисунок 5 – Схема проверки преобразователя измерительного ИПН-01 или ИПЗ-01 в комплекте с вибропреобразователем



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Первичный преобразователь (вибропреобразователь)	1	
A2	Преобразователь измерительный ИПН-01М	1	
A3	ЭВМ с интерфейсом RS-485	1	
A4	Жгут ИЦФР.685621.063	1	
R1	Резистор С2-33Н-0,125-240 Ом±5% Д-В ОЖО.467.093ТУ	1	
R2	Резистор С2-33Н-0,5-604 Ом±5% ОЖО.467.173ТУ	1	
PA1	Вольтметр универсальный цифровой В7-38	1	См. приложение А
PV1, PV2	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1	2	
G1	Источник питания постоянного тока Б5-47	1	
SA1	Тумблер МТ1 ОЮО.360.016 ТУ	1	

- 1 Использовать соединительные провода любой стандартной марки сечением не менее  $0,14 \text{ мм}^2$ , длиной до 1,5 м (кроме витой пары).
- 2 Для соединения A2 и A3 использовать экранированную витую пару с волновым сопротивлением от 80 до 180 Ом (например, КИПЭВ(П) ТУ 16.К99-008-01).
- 3 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход постоянного тока от 4 до 20 мА не установлен, то вольтметр PA1 не использовать.
- 4 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход напряжения от 0 до 5 В не установлен, то вольтметр PV1 не использовать.

Рисунок 6 – Схема проверки преобразователя измерительного ИПН-01М в комплекте с вибропреобразователем и жгутом ИЦФР.685621.063

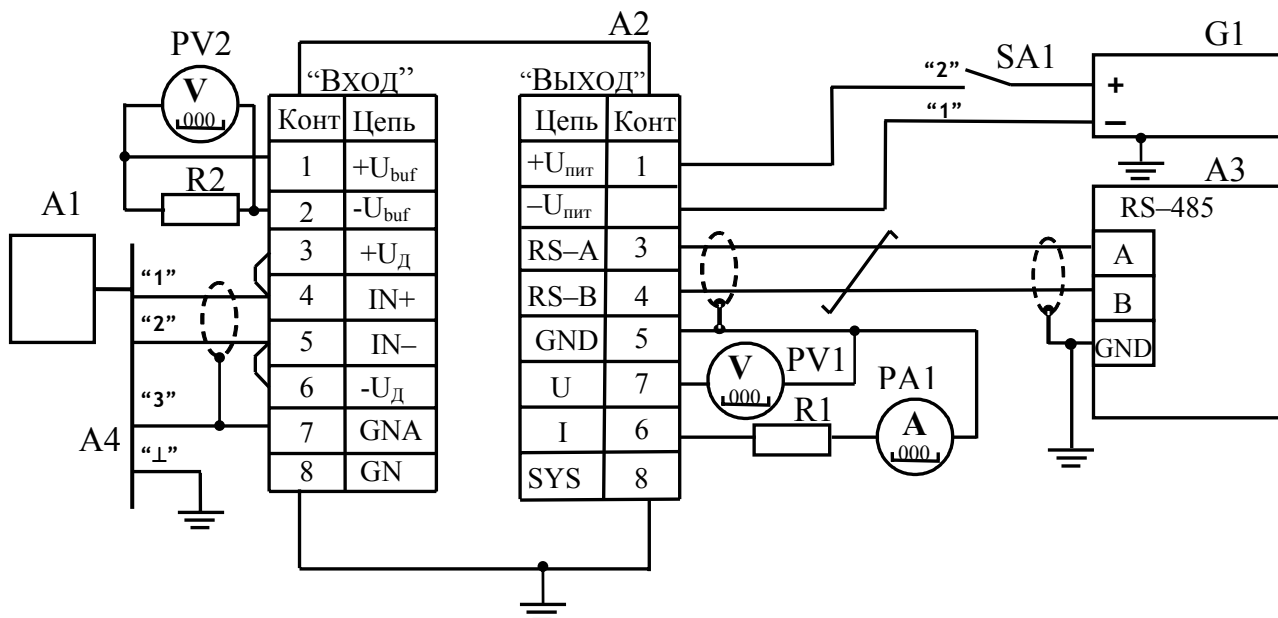


Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Первичный преобразователь (вибропреобразователь)	1	
A2	Преобразователь измерительный ИПЗ-01М	1	
A3	ЭВМ с интерфейсом RS-485	1	
A4	Жгут ИЦФР.685621.063	1	
R1	Резистор С2-33Н-0,125-240 Ом±5% ОЖО.467.093ТУ	1	
R2	Резистор С2-33Н-0,5-604 Ом±5% ОЖО.467.173ТУ	1	
PA1	Вольтметр универсальный цифровой В7-38	1	См. приложение А
PV1, PV2	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1	2	
G1	Источник питания постоянного тока Б5-47	1	
SA1	Тумблер МТ1 ОЮО.360.016 ТУ	1	

- 1 Использовать соединительные провода любой стандартной марки сечением не менее  $0,14 \text{ мм}^2$ , длиной до 1,5 м (кроме витой пары).
- 2 Для соединения А2 и А3 использовать экранированную витую пару с волновым сопротивлением от 80 до 180 Ом (например, КИПЭВ(П) ТУ 16.К99-008-01).
- 3 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход постоянного тока от 4 до 20 мА не установлен, то вольтметр РА1 не использовать.
- 4 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход напряжения от 0 до 5 В не установлен, то вольтметр PV1 не использовать.

Рисунок 7 – Схема проверки преобразователя измерительного ИПЗ-01М в комплекте с вибропреобразователем и жгутом ИЦФР.685621.063

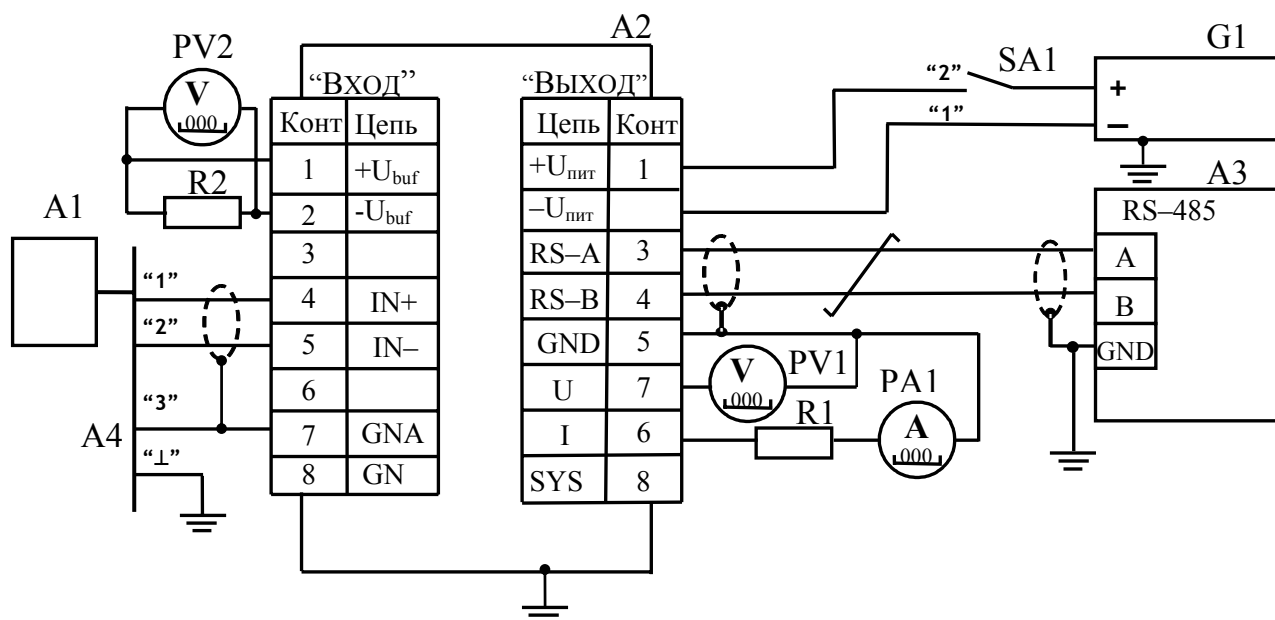




Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Первичный преобразователь (вибропреобразователь)	1	
A2	Преобразователь измерительный ИПН-01М	1	
A3	ЭВМ с интерфейсом RS-485	1	
A4	Жгут ИЦФР.685621.092	1	
R1	Резистор С2-33Н-0,125-240 Ом±5% Д-В ОЖО.467.093ТУ	1	
R2	Резистор С2-33Н-0,5-604 Ом±5% ОЖО.467.173ТУ	1	
PA1	Вольтметр универсальный цифровой В7-38	1	См. приложение А
PV1, PV2	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1	2	
G1	Источник питания постоянного тока Б5-47	1	
SA1	Тумблер МТ1 ОЮО.360.016 ТУ	1	

- 1 Использовать соединительные провода любой стандартной марки сечением не менее  $0,14 \text{ мм}^2$ , длиной до 1,5 м (кроме витой пары).
- 2 Для соединения A2 и A3 использовать экранированную витую пару с волновым сопротивлением от 80 до 180 Ом (например, КИПЭВ(П) ТУ 16.К99-008-01).
- 3 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход постоянного тока от 4 до 20 мА не установлен, то вольтметр PA1 не использовать.
- 4 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход напряжения от 0 до 5 В не установлен, то вольтметр PV1 не использовать.

Рисунок 8 – Схема проверки преобразователя измерительного ИПН-01М в комплекте с вибропреобразователем и жгутом ИЦФР.685621.092



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Первичный преобразователь (вибропреобразователь)	1	
A2	Преобразователь измерительный ИПЗ-01М	1	
A3	ЭВМ с интерфейсом RS-485	1	
A4	Жгут ИЦФР.685621.092	1	
R1	Резистор С2-33Н-0,125-240 Ом±5% ОЖО.467.093ТУ	1	
R2	Резистор С2-33Н-0,5-604 Ом±5% ОЖО.467.173ТУ	1	
PA1	Вольтметр универсальный цифровой В7-38	1	См. приложение А
PV1, PV2	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1	2	
G1	Источник питания постоянного тока Б5-47	1	
SA1	Тумблер МТ1 ОЮО.360.016 ТУ	1	

- 1 Использовать соединительные провода любой стандартной марки сечением не менее  $0,14 \text{ мм}^2$ , длиной до 1,5 м (кроме витой пары).
- 2 Для соединения А2 и А3 использовать экранированную витую пару с волновым сопротивлением от 80 до 180 Ом (например, КИПЭВ(П) ТУ 16.К99-008-01).
- 3 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход постоянного тока от 4 до 20 мА не установлен, то вольтметр PA1 не использовать.
- 4 Если в соответствии с условным обозначением аппаратуры выход напряжения от 0 до 5 В не установлен, то вольтметр PV1 не использовать.

Рисунок 9 – Схема проверки преобразователя измерительного ИПЗ-01М в комплекте с вибропреобразователем и жгутом ИЦФР.685621.092

### 7.2.3 Проверка идентификационных данных ПО

7.2.3.1 Для проверки идентификационных данных ПО нажать кнопку "Обновить" в пользовательской программе, в окне "Параметры связи" зафиксировать версию и контрольную сумму установленного ПО.

Результаты проверки считаются положительными, если версия и контрольная сумма ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.3 ИЦФР.402248.003РЭ.

7.2.4 Проверка режима измерения мгновенных и СКЗ виброускорения, диапазона измерений, выходных сигналов, определение относительной погрешности

7.2.4.1 Установить режим измерения мгновенного и СКЗ виброускорения с помощью пользовательской программы, режим слежения и окно "Тренд", отключить фильтры (установить частотный диапазон "10...10000 Гц" или "no filter").

7.2.4.2 Последовательно, устанавливая на столе вибростенда на базовой частоте  $f_{\text{баз}}=159.2$  Гц СКЗ виброускорения  $a_i$  равное 0.500, 5.00, 10.00, 20.0, 40.0, 60.0, 80.0, 100.0 м/с<sup>2</sup> (или 0.500, 5.00,  $0.1 \cdot a_{\text{max}}$ ,  $0.2 \cdot a_{\text{max}}$ ,  $0.4 \cdot a_{\text{max}}$ ,  $0.6 \cdot a_{\text{max}}$ ,  $0.8 \cdot a_{\text{max}}$ ,  $a_{\text{max}}$  м/с<sup>2</sup> - если в паспорте на аппаратуру указано, что максимальное измеряемое СКЗ виброускорения не равно 100 м/с<sup>2</sup>), считать значение цифрового кода  $N_{\text{вых}i}$  (по тренду), значения выходного тока  $I_{\text{вых}i}$  по прибору РА1 и выходного напряжения  $U_{\text{вых}i}$  по приборам PV1 и PV2. Значения  $a_i$  и результаты измерений записать.

7.2.4.3 Вычислить коэффициенты преобразования при измерении мгновенного и СКЗ виброускорения по выходу цифрового кода  $K_{Na}$ , постоянного тока  $K_{Ia}$  и напряжения  $K_{Ua}$  по формулам, приведенным в требованиях с порядковыми номерами 9, 13, 14 таблицы 1.2 ИЦФР.402248.003РЭ, соответственно (максимальное СКЗ виброускорения, входящее в формулы и коэффициент преобразования по буферизированному выходу  $K_{U\text{буф}}$  содержится в паспорте на аппаратуру).

7.2.4.4 По результатам измерений последовательно для каждого выхода по формулам в соответствии с таблицей 6 рассчитать измеренное мгновенное и СКЗ виброускорения и относительную погрешность аппаратуры при измерении мгновенного и СКЗ виброускорения.

Таблица 6

Параметр	Выходы преобразователя измерительного		
	цифрового кода	постоянного тока	напряжения
1 Измеряемый параметр – мгновенное и СКЗ виброускорения, м/с <sup>2</sup>	$a_{Ni} = \frac{N_{\text{вых } i}}{K_{Na}}$	$a_{Ii} = \frac{I_{\text{вых } i} - 4}{K_{Ia}}$	$a_{Ui} = \frac{U_{\text{вых } i}}{K_{Ua}}$ $a_{U \text{ буф } i} = \frac{U_{\text{вых } i(\text{буф})}}{K_{U \text{ буф } i}}$
2 Относительная погрешность измерений, %	$\delta_{Ni} = \frac{a_{Ni} - a_i}{a_i} \cdot 100$	$\delta_{Ii} = \frac{a_{Ii} - a_i}{a_i} \cdot 100$	$\delta_{Ui} = \frac{a_{Ui} - a_i}{a_i} \cdot 100$
<p>где</p> <p><math>K_{Na}</math> – номинальное значение коэффициента преобразования при измерении СКЗ виброускорения по выходу цифрового кода;</p> <p><math>K_{Ia}</math> – номинальное значение коэффициента преобразования при измерении СКЗ виброускорения по выходу по выходу постоянного тока;</p> <p><math>K_{Ua}</math> – номинальное значение коэффициента преобразования при измерении мгновенного значения виброускорения по выходу напряжения;</p> <p><math>K_{U \text{ буф } i}</math> – номинальное значение коэффициента преобразования при измерении мгновенного значения виброускорения по буферизированному выходу напряжения.</p>			

7.2.4.5 Для каждого измерения рассчитать пределы допускаемой погрешности по формулам, приведенным в требованиях с порядковыми номерами 17 и 18 таблицы 1.2 ИЦФР.402248.003РЭ.

Результаты проверки считаются положительными, если относительная погрешность аппаратуры в режиме измерений мгновенного и СКЗ виброускорения в рабочем диапазоне амплитуд соответствуют требованиям с порядковыми номерами 17 и 18 таблицы 1.2 ИЦФР.402248.003РЭ.

7.2.5 Проверка режима измерения мгновенных и СКЗ виброскорости, диапазона измерений, выходных сигналов, определение относительной погрешности

7.2.5.1 Установить режим измерения мгновенного и СКЗ виброскорости с помощью пользовательской программы, режим слежения и окно “Тренд”, отключить фильтры (установить частотный диапазон “10...10000 Гц” и “no filter”).

7.2.5.2 Последовательно, устанавливая на столе вибростенда на базовой частоте СКЗ виброскорости  $V_i$  равное 0.500, 1.000, 4.00, 8.00, 12.0, 16.0, 20.0, 24.0, 28.0, 32.0 мм/с (или 0.500,  $0.1 \cdot V_{\text{max}}$ ,  $0.2 \cdot V_{\text{max}}$ ,  $0.3 \cdot V_{\text{max}}$ ,  $0.4 \cdot V_{\text{max}}$ ,  $0.6 \cdot V_{\text{max}}$ ,  $0.8 \cdot V_{\text{max}}$ ,  $V_{\text{max}}$  мм/с - если в паспорте

на аппаратуру указано, что максимальное измеряемое СКЗ виброскорости не равно 32 мм/с), считать значение цифрового кода  $N_{\text{вых.i}}$  (по тренду), значения выходного тока  $I_{\text{вых.i}}$  по прибору РА1 и выходного напряжения  $U_{\text{вых.i}}$  по прибору РВ1. Значения  $V_i$  и результаты измерений записать.

7.2.5.3 Вычислить коэффициенты преобразования при измерении мгновенного и СКЗ виброскорости по выходу цифрового кода  $K_{\text{NV}}$ , постоянного тока  $K_{\text{IV}}$  и напряжения  $K_{\text{UV}}$  по формулам, приведенным в требованиях с порядковыми номерами 10, 13, 14 таблицы 1.2 ИЦФР.402248.003РЭ соответственно (максимальное СКЗ виброскорости, входящее в формулы, содержится в паспорте на аппаратуру).

7.2.5.4 По результатам измерений последовательно для каждого выхода по формулам в соответствии с таблицей 7 рассчитать измеренное мгновенное и СКЗ виброскорости и относительную погрешность измерений мгновенного и СКЗ виброскорости.

Таблица 7

Параметр	Выходы преобразователя измерительного		
	цифрового кода	постоянного тока	напряжения
1 Измеряемый параметр – мгновенное и СКЗ виброскорости, мм/с	$V_{\text{Ni}} = \frac{N_{\text{вых.i}}}{K_{\text{NV}}}$	$V_{\text{Ii}} = \frac{I_{\text{вых.i}} - 4}{K_{\text{IV}}}$	$V_{\text{Ui}} = \frac{U_{\text{вых.i}}}{K_{\text{UV}}}$
2 Относительная погрешность измерений, %	$\delta_{\text{Ni}} = \frac{V_{\text{Ni}} - V_i}{V_i} \cdot 100$	$\delta_{\text{Ii}} = \frac{V_{\text{Ii}} - V_i}{V_i} \cdot 100$	$\delta_{\text{Ui}} = \frac{V_{\text{Ui}} - V_i}{V_i} \cdot 100$
<p>где  <math>K_{\text{NV}}</math> – номинальное значение коэффициента преобразования при измерении СКЗ виброскорости по выходу цифрового кода;  <math>K_{\text{IV}}</math> – номинальное значение коэффициента преобразования при измерении СКЗ виброскорости по выходу постоянного тока;  <math>K_{\text{UV}}</math> – номинальное значение коэффициента преобразования при измерении мгновенного значения виброскорости по выходу напряжения.</p>			

7.2.5.5 Для каждого измерения рассчитать пределы допускаемой погрешности по формулам, приведенным в требованиях с порядковыми номерами 17 и 18 таблицы 1.2 ИЦФР.402248.003РЭ.

Результаты проверки считаются положительными, если относительная погрешность аппаратуры в режиме измерений мгновенного и СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне амплитуд соответствуют требованиям с порядковыми номерами 17 и 18 таблицы 1.2 ИЦФР.402248.003РЭ.

7.2.6 Проверка диапазона частот, неравномерности амплитудно–частотных характеристик в режиме измерения мгновенного и СКЗ виброускорения

7.2.6.1 Установить режим измерения мгновенного и СКЗ виброускорения с помощью технологической программы, режим слежения и окно “Тренд”, отключить фильтры (установить частотный диапазон “10...10000 Гц” или “no filter”).

7.2.6.2 Установить на столе вибростенда на базовой частоте  $f_{\text{баз}}=159,2$  Гц СКЗ виброускорения  $a_{\text{баз}}=0,7 \cdot a_{\text{max}}$  м/с<sup>2</sup>. Считать значение цифрового кода  $N_{\text{баз}}$  (по тренду), значения выходного тока  $I_{\text{баз}}$  по прибору РА1 и выходных напряжений  $U_{\text{баз}}$  и  $U_{\text{баз буф}}$  по приборам PV1 и PV2 соответственно. Значение  $a_{\text{баз}}$  и результаты измерений записать.

7.2.6.3 Устанавливая последовательно на столе вибростенда частоту вибрации  $f_i$ , равную 10, 20, 40, 80, 320, 500, 1000, 2000, 3500, 5000, 7000, 10000 Гц для ИПН-01 в комплекте с вибропреобразователем (или до 5000 Гц включительно – в зависимости от используемого вибропреобразователя в соответствии требованиям с порядковым номером 15 таблицы 1.2 ИЦФР.402248.003РЭ) или 10, 20, 40, 80, 320, 500, 1000, 2000, 3500, 5000, 7000 Гц для ИПЗ-01 в комплекте с вибропреобразователем и поддерживая СКЗ виброускорения постоянным, считать значения цифрового кода  $N_i$  (по тренду), выходного тока  $I_i$  по прибору РА1 и выходного напряжения  $U_i$  и  $U_{\text{буфи}}$  по приборам PV1 и PV2 соответственно. Результаты измерений записать.

Примечание – Значения напряжения по прибору PV1 фиксировать до частоты 2500 Гц включительно.

7.2.6.4 По результатам измерений для каждого выхода рассчитать неравномерность АЧХ при измерении мгновенного и СКЗ виброускорения,  $\delta_f$ , по формулам:

$$\delta_{f(N)i} = \frac{N_i - N_{\text{баз}}}{N_{\text{баз}}} \cdot 100\%, \quad (15)$$

$$\delta_{f(I)i} = \frac{I_i - I_{\text{баз}}}{I_{\text{баз}} - 4} \cdot 100\%, \quad (16)$$

$$\delta_{f(U)i} = \frac{U_i - U_{\text{баз}}}{U_{\text{баз}}} \cdot 100\%. \quad (17)$$

7.2.6.5 С учетом требования с порядковым номером 2 таблицы 1.2 ИЦФР.402248.003РЭ и если виброустановка не обеспечивает задание необходимых значений СКЗ виброускорения на отдельных частотах рабочего диапазона, допускается задавать меньшие значения

СКЗ виброускорения, а вместо  $N_i$ ,  $I_i$ ,  $U_i$  в формулах (15), (16), (17) при расчете неравномерности АЧХ использовать  $N_{pi}$ ,  $I_{pi}$ ,  $U_{pi}$  соответственно, расчет которых выполнять по формулам:

– для выхода цифрового кода:

$$N_{pi} = \frac{a_{\text{баз}}}{a_f} \cdot N_i, \quad (18)$$

где  $N_{pi}$  – расчетное значение цифрового кода;

$a_{\text{баз}}$  – СКЗ виброускорения на базовой частоте,  $\text{м/с}^2$ ;

$a_f$  – СКЗ виброускорения на текущей частоте,  $\text{м/с}^2$ ;

$N_i$  – значение цифрового кода.

– для выходов постоянного тока и напряжения:

$$I_{pi} = \frac{a_{\text{баз}}}{a_f} \cdot (I_i - 4) + 4, \quad (19)$$

$$U_{pi} = \frac{a_{\text{баз}}}{a_f} \cdot U_i, \quad (20)$$

где  $U_{pi}$  – расчетное значение выходного напряжения, мВ;

$U_i$  – значение выходного напряжения, мВ;

$I_{pi}$  – расчетное значение выходного тока, мА;

$I_i$  – значение выходного тока, мА.

Результаты проверки считаются положительными, если в рабочем диапазоне частот неравномерность АЧХ не превышает пределов по требованиям с порядковым номером 19 таблицы 1.2 ИЦФР.402248.003РЭ.

7.2.7 Проверка диапазона частот, неравномерности амплитудно–частотных характеристик в режиме измерения мгновенного и СКЗ виброскорости

7.2.7.1 Установить режим измерения мгновенного и СКЗ виброскорости с помощью технологической программы, режим слежения и окно “Тренд”, отключить фильтры (установить частотный диапазон “10...10000 Гц” или “no filter”).

7.2.7.2 Установить на столе вибростенда на базовой частоте  $f_{\text{баз}}=159,2$  Гц СКЗ виброскорости  $V_{\text{баз}}=0.7 \cdot V_{\text{max}}$  мм/с. Считать значение цифрового кода  $N_{\text{баз}}$  (по тренду), значения выходного тока  $I_{\text{баз}}$  по прибору РА1 и выходного напряжения  $U_{\text{баз}}$  по прибору РВ1. Значение  $V_{\text{баз}}$  и результаты измерений записать.

7.2.7.3 Устанавливая последовательно на столе вибростенда частоту  $f_i$ , равную 10, 20, 40, 80, 320, 500, 1000, 1500, 2000, 2500 и поддерживая СКЗ виброскорости постоянным, считать значения цифрового кода  $N_i$  (по тренду), выходного тока  $I_i$  по прибору РА1 и выходного напряжения  $U_i$  по прибору PV1. Результаты измерений записать.

7.2.7.4 По результатам измерений рассчитать неравномерность АЧХ при измерении мгновенного и СКЗ виброускорения,  $\delta_f$ , по формулам:

$$\delta_{f(N)i} = \frac{N_i - N_{\text{баз}}}{N_{\text{баз}}} \cdot 100\%, \quad (21)$$

$$\delta_{f(I)i} = \frac{I_i - I_{\text{баз}}}{I_{\text{баз}} - 4} \cdot 100\%, \quad (22)$$

$$\delta_{f(U)i} = \frac{U_i - U_{\text{баз}}}{U_{\text{баз}}} \cdot 100\%. \quad (23)$$

7.2.7.5 С учетом требования с порядковым номером 3 таблицы 1.2 ИЦФР.402248.003РЭ и если виброустановка не обеспечивает задание необходимых значений СКЗ виброскорости на отдельных частотах рабочего диапазона, допускается задавать меньшие значения СКЗ виброскорости, а вместо  $N_i$ ,  $I_i$ ,  $U_i$  в формулах (21), (22), (23) при расчете неравномерности АЧХ использовать  $N_{pi}$ ,  $I_{pi}$ ,  $U_{pi}$  соответственно, расчет которых выполнять по формулам:

– для выхода цифрового кода:

$$N_{pi} = \frac{V_{\text{баз}}}{V_f} \cdot N_i, \quad (24)$$

где  $N_{pi}$  – расчетное значение цифрового кода;

$V_{\text{баз}}$  – СКЗ виброскорости на базовой частоте, мм/с;

$V_f$  – СКЗ виброскорости на текущей частоте, мм/с;

$N_i$  – значение цифрового кода.

– для выходов постоянного тока и напряжения:

$$I_{pi} = \frac{V_{\text{баз}}}{V_f} \cdot (I_i - 4) + 4, \quad (25)$$

$$U_{pi} = \frac{V_{\text{баз}}}{V_f} \cdot U_i, \quad (26)$$

где  $U_{pi}$  – расчетное значение выходного напряжения, мВ;

$U_i$  – значение выходного напряжения, мВ;

$I_{pi}$  – расчетное значение выходного тока, мА;

$I_i$  – значение выходного тока, мА.



Результаты проверки считаются положительными, если в рабочем диапазоне частот неравномерность АЧХ не превышает пределов по требованиям с порядковым номером 20 таблицы 1.2 ИЦФР.402248.003РЭ.

7.2.8 Проверка режима измерения частоты, диапазона измерения частоты, определение абсолютной и относительной погрешности

7.2.8.1 Вычислить коэффициент преобразования заводской настройки по формуле (14).

7.2.8.2 Установить режим измерения частоты с помощью технологической программы, режим слежения и окно “Тренд”.

7.2.8.3 Последовательно, устанавливая на столе вибростенда на частоте  $f_i$  10.0, 20.0, 40.0, 80.0, 160.0, 300.0, 500.0, 1000.0, 1750.0, 2500.0 Гц (или 10.0, 20.0, 40.0, 80.0, 160.0, 300.0, 600.0,  $0.5f_{\max}$ ,  $0.75f_{\max}$ ,  $f_{\max}$  Гц - если в паспорте на аппаратуру, указано, что максимальная измеряемая частота не равна 2500 Гц) СКЗ виброускорения  $5,0 \text{ м/с}^2$ , считать значение цифрового кода  $N_{\text{вых}i}$  (по тренду) и значения выходного тока  $I_{\text{вых}i}$  по прибору РА1. Значения  $f_i$  и результаты измерений записать.

7.2.8.4 Установить тумблер SA1 в положение “2”, выключить приборы.

7.2.8.5 По результатам измерений последовательно для каждого значения частоты по формулам в соответствии с таблицей 5 рассчитать измеренные значения частоты, абсолютную погрешность аппаратуры при измерении частоты по выходу цифрового кода и относительную – по выходу постоянного тока.

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность аппаратуры в режиме измерения частоты в рабочем диапазоне частот соответствует требованиям с порядковым номером 29 таблицы 1.1 ИЦФР.402248.003РЭ.

7.2.8.6 Установить тумблер SA1 в положение “2”, выключить приборы, разобрать схему, отсоединить вибропреобразователь от преобразователя измерительного.

## **8 Оформление результатов поверки**

8.1 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством установленной формы в соответствии с ПР 50.2.006-94 или записью в паспорте с указанием даты (при этом запись должна быть удостоверена клеймом поверителя).

## Приложение А

(рекомендуемое)

### Перечень приборов и оборудования, применяемых при поверке

Таблица А.1

Наименование	Примечание
Средства измерений	
1 Поверочная вибрационная установка второго разряда по МИ 2070-90	<p>Воспроизведение СКЗ виброскорости до 32 мм/с в полосе частот от 10 до 2500 Гц и СКЗ виброускорения до 100 м/с<sup>2</sup> в полосе частот от 10 до 1000 Гц</p> <p>Погрешность воспроизведения вибрации на базовой частоте не более 2 %, в диапазоне частот – не более 5 %.</p> <p>Коэффициент гармоник вибрации не более 10 %.</p> <p>Коэффициент поперечных составляющих вибрации не более 10 %.</p> <p>Погрешность и стабильность задания частоты не более 0,0005%.</p>
2 Источник питания постоянного тока Б5–47 ЕЭ3.233.220ТУ	<p>Источник питания</p> <p><math>U_{\text{вых}} = 24 \text{ В}</math></p> <p><math>I_{\text{нагр}} \geq 0,1 \text{ А}</math></p>
3 Вольтметр универсальный цифровой В7–38 Хв2.710.031ТУ	<p>Измерение тока и напряжения</p> <p>Погрешность измерения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пост.тока не более 0,3 %</li> <li>- пост.напряж. не более 0,1 %</li> </ul>
4 Вольтметр универсальный цифровой В7–78/1 фирма "PICOTEST Corporation", Тайвань	<p>Измерение переменного напряжения в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц.</p> <p>Погрешность измерения не более 0.5 %</p>
5 Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-122 ЕХ3.268.049ТУ	<p>Задание частоты от 5 до 10000 Гц, погрешность задания частоты не более 0,0005%</p>
Оборудование	
Персональный компьютер	<p>ОС Win'98 и выше</p> <p>ОЗУ не менее 32 Мб</p> <p>Интерфейс RS-485, скорость обмена – не менее 115 кбит/с</p>

## Лист регистрации изменений

[illegible]