

Инв. № 38310

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ



ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ Саров

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

607188, Россия,  
Нижегородская область,  
г. Саров, ул. Димитрова, д.12  
тел. (83130) 78626, 78551  
факс (83130) 78708

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель ЦИ СИ,  
главный метролог РФЯЦ-ВНИИЭФ –  
начальник НИО

М.П.

В.К. Дарымов

12

2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ИТ14

Методика поверки

МП 27926-10-2022

ЭКЗ. №.....

г. Саров  
2022 г.

# **Содержание**

1	Общие положения .....	5
2	Перечень операций поверки.....	6
3	Требования к условиям проведения поверки .....	8
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	8
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	8
6	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки .....	10
7	Внешний осмотр.....	10
8	Подготовка к поверке и опробование .....	10
9	Проверка программного обеспечения.....	12
10	Определение метрологических характеристик .....	14
10.1	Проверка диапазона измерений СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости, основной относительной (приведенной) погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости на базовой частоте .....	14
10.2	Проверка диапазона рабочих частот, основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты гармонических составляющих виброскорости, неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости .....	18
10.3	Проверка диапазона измерений расстояния, основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния.....	23
10.4	Проверка диапазона измерений уклона, основной приведенной погрешности системы при измерении уклона.....	31
10.5	Проверка диапазона измерений размаха виброперемещения и амплитуды гармонических составляющих виброперемещения, основной относительной (приведенной) погрешности системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармонических составляющих виброперемещения на базовой частоте.....	33
10.6	Проверка диапазона рабочих частот, основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты гармонических составляющих виброперемещения, неравномерности частотной характеристики системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармонических составляющих виброперемещения.....	37
10.7	Проверка диапазона измерений величины «искривления ротора», неравномерности частотной характеристики системы при измерении величины «искривления ротора», основной относительной погрешности системы при измерении величины «искривления ротора».....	39
10.8	Проверка диапазона измерений частоты вращения вала, основной абсолютной и основной относительной погрешности системы при измерении частоты вращения вала.....	41
10.9	Проверка диапазона измерений сигналов от ТП, основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТП.....	43
10.10	Проверка диапазона измерений сигналов от ТС, основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТС .....	45
10.11	Проверка диапазона измерений тока, основной приведенной погрешности системы при измерении тока .....	46
10.12	Проверка диапазона измерений напряжения постоянного тока, основной приведенной погрешности системы при измерении напряжения постоянного тока.....	49
10.13	Проверка диапазона измерений напряжения переменного тока, диапазона рабочих частот, основной абсолютной погрешности, неравномерности частотной характеристики системы при измерении напряжения переменного тока.....	50
10.14	Проверка диапазона измерений сопротивления, основной приведенной погрешности системы при измерении сопротивления.....	51

10.15 Проверка диапазона измерений заряда, основной абсолютной погрешности системы при измерении заряда .....	52
10.16 Проверка диапазона частот при измерении заряда, неравномерности частотной характеристики системы при измерении заряда .....	53
10.17 Проверка диапазона токового сигнала, основной приведенной погрешности системы при преобразовании цифрового сигнала в токовый сигнал.....	54
10.18 Проверка диапазона и допускаемой основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты напряжения переменного тока.....	55
11 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям .....	58
12 Оформление результатов поверки .....	61
Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки .....	62
Приложение Б (справочное) Перечень принятых сокращений .....	63
Приложение В (справочное) Эскиз переходника.....	64

## **1      Общие положения**

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на системы контроля, управления и диагностики ИТ14 (далее – система), предназначенные для непрерывного измерения, хранения и анализа параметров абсолютной и относительной вибрации, расстояния (линейного смещения, величины «искривления ротора», уклона), частоты вращения вала, температуры, силы тока, напряжения, электрического сопротивления и заряда.

Основные технические характеристики системы – в соответствии с руководством по эксплуатации ИТ14РЭ (часть 1).

При определении метрологических характеристик в соответствии с данной МП обеспечивается прослеживаемость к государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 58-2018, в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772;
- ГЭТ 2-2021, в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840;
- ГЭТ 14-2014, в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456;
- ГЭТ 4-91, в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 № 2091;
- ГЭТ 89-2008, в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 03 сентября 2021 № 1942;
- ГЭТ 13-2001, в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 № 3457;
- ГЭТ 1-2022, в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360.

Данная МП устанавливает методику первичной и периодической поверки системы методом прямых и косвенных измерений. Первичной поверке подвергаются системы при выпуске с производства и после ремонта.

МП допускает проведение поверки отдельных каналов и (или) отдельных блоков из состава системы с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

МП допускает возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин и для меньшего числа каналов с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки, приведен в приложении А.

Перечень используемых сокращений приведен в приложении Б.

## 2 Перечень операций поверки

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

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Пункт МП
	первичной	периодической	
1 Внешний осмотр	Да	Да	7.1
2 Проверка прочности изоляции и электрического сопротивления изоляции	Да	Нет	8.2.1
3 Проверка электрического сопротивления изоляции	Да	Да	8.2.2
4 Опробование	Да	Да	8.3
5 Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
6 Проверка диапазона измерений СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости, основной относительной (приведенной) погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости на базовой частоте	Да	Да	10.1
7 Проверка диапазона рабочих частот, основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты гармонических составляющих виброскорости, неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости	Да	Да	10.2
8 Проверка диапазона измерений расстояния, основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния	Да	Да	10.3
9 Проверка диапазона измерений уклона, основной приведенной погрешности системы при измерении уклона	Да	Да	10.4
10 Проверка диапазона измерений размаха виброперемещения и амплитуды гармонических составляющих виброперемещения, основной относительной (приведенной) погрешности системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармонических составляющих виброперемещения на базовой частоте	Да	Да	10.5
11 Проверка диапазона рабочих частот, основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты гармонических составляющих виброперемещения, неравномерности частотной характеристики системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармонических составляющих виброперемещения	Да	Да	10.6
12 Проверка диапазона измерений величины «искривления ротора», неравномерности частотной характеристики системы при измерении величины «искривления ротора», основной относительной погрешности системы при измерении величины «искривления ротора»	Да	Да	10.7
13 Проверка диапазона измерений частоты вращения вала, основной абсолютной и основной относительной погрешности системы при измерении частоты вращения вала	Да	Да	10.8

*Продолжение таблицы 1*

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Пункт МП
	первичной	периодической	
14 Проверка диапазона измерений сигналов от ТП, основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТП			
15 Проверка диапазона измерений сигналов от ТС, основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТС	Да	Да	10.10
16 Проверка диапазона измерений тока, основной приведенной погрешности системы при измерении тока	Да	Да	10.11
17 Проверка диапазона измерений напряжения постоянного тока, основной приведенной погрешности системы при измерении напряжения постоянного тока	Да	Да	10.12
18 Проверка диапазона измерений напряжения переменного тока, диапазона рабочих частот измерений переменного тока, основной абсолютной погрешности и неравномерности частотной характеристики системы при измерении напряжения переменного тока	Да	Да	10.13
19 Проверка диапазона измерений сопротивления, основной приведенной погрешности системы при измерении сопротивления	Да	Да	10.14
20 Проверка диапазона измерений заряда, пределов основной абсолютной погрешности системы при измерении заряда	Да	Да	10.15
21 Проверка диапазона частот при измерении заряда, неравномерности частотной характеристики системы при измерении заряда	Да	Да	10.16
22 Проверка диапазона и основной приведенной погрешности системы при преобразовании цифрового сигнала в токовый сигнал	Да	Да	10.17
23 Проверка диапазона измерений частоты напряжения переменного тока, основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты напряжения переменного тока	Да	Да	10.18
24 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка ИК не проводится, и результаты оформляются в соответствии с 2.4.

2.3 Проверка первичных преобразователей, не входящих в состав системы ИТ14, должна проводиться по методике поверки, указанной в НД на первичные преобразователи.

### **3 Требования к условиям проведения поверки**

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети  $(220 \pm 23)$  В;
- частота питающей сети  $(50 \pm 1)$  Гц.

### **4 Требования к специалистам осуществляющим поверку**

4.1 К проведению поверки допускается персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже III при работе с электроустановками до 1000 В, прошедший обучение по

охране труда в установленном объеме и проверку знаний требований правил по охране труда, изучивший данную МП и имеющий опыт работы с оборудованием, перечисленным в таблице 2.

4.2 Проверку системы рекомендуется проводить после внимательного ознакомления со следующими техническими документами:

- руководством по эксплуатации на систему ИТ14РЭ (часть 1);
- инструкцией по монтажу системы ИТ14ИМ;
- инструкцией по настройке аналоговых модулей ИТ14ИН1;
- руководствами по эксплуатации на составные части системы;
- руководствами пользователя на ПО «ВАКС».

Данные документы входят в комплект поставки системы, номенклатура которого указана в формуляре ИТ14ФО.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 2.

5.2 Допускается использовать другие СИ и оборудование, обеспечивающие требуемые диапазоны и требуемую точность передачи единиц величин поверяемому СИ.

5.3 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и/или зарегистрированы в Федеральном фонде по обеспечению единства измерений. Эталоны единиц величин должны быть утверждены и аттестованы. Испытательное оборудование, необходимое для проведения испытаний, должно быть аттестовано по ГОСТ Р 8.568.

Таблица 2 – Перечень средств измерения и оборудования, применяемых при поверке

Пункт МП	Наименование СИ и оборудования	Требуемые характеристики		Рекомендуемый тип	Кол- во
		Диапазон измерений	Погрешность измерений		
8.1.5	Барометр-анероид контрольный	от 630 до 795 мм рт.ст.	± 1 мм рт.ст.	M-67 (рег. № 3744-73)	1
	Прибор комбинированный	от 30 до 80 %; от 16 до 40 °C	±3 %, ±0,5 °C	Testo 610 (рег. № 53505-13)	1
	Мультиметр цифровой	от 207 до 253 В; от 49,5 до 50,5 Гц	±1 %, ±0,1 Гц	34410A (рег. № 47717-11)	1
8.2.1	Универсальная про- бойная установка	1,5 кВ; 50 Гц	±5 %	УПУ-10М (рег. № 58589-14)	1
8.2.2, 10.2.2.1	Мегаомметр	от 0,5 до 1000 МОм; 100, 500 В	±5 %	Φ4102/1-1М (рег. № 9225-88)	1
10.1, 10.2, 10.5	Эталонный виброме- рительный канал	от 0,1 до 200 мм/с; от 5 до 1000 Гц	±1 %	8305 (рег. № 14923-09)	1
	Электродинамиче- ский вибростенд			2626 (рег. № 7109-79)	
				вибростенд 4808 усилитель 2712	
10.1, 10.2, 10.5, 10.6, 10.8, 10.13, 10.18	Генератор сигналов низкочастотный	от 0,01 Гц до 2 МГц	±10 <sup>-6</sup> Гц	Г3-110 (рег. № 5460-76)	2

*Продолжение таблицы 2*

Пункт МП	Наименование СИ и оборудования	Требуемые характеристики		Рекомендуемый тип	Кол- во
		Диапазон измерений	Погрешность измерений		
10.1, 10.2, 10.5, 10.6, 10.8	Установка имитаци- онная параметров виброперемещения	от 0,02 до 10000 Гц	$\pm 2 \cdot 10^{-5}$ Гц	ИТ26 (рег. № 42959-09)	1
10.1, 10.2, 10.5, 10.13	Мультиметр цифровой	0,1; 1; 10 В; от 5 Гц до 20 кГц	$\pm 0,5\%$	34401А (рег. № 54848-13)	1
10.1, 10.3, 10.4, 10.5, 10.7, 10.8, 10.9, 10.11, 10.17, 10.18	Калибратор- измеритель	от 0 до 25 мА	$\pm(10^{-4} \cdot I + 1)$ мкА	ИКСУ-260 (рег. № 35062-07)	1
10.3, 10.5, 10.7	Стенд линейных перемещений	от 0 до 15 мм	$\pm 5$ мкм	ИТ21 (рег. № 41183-15)	1
10.3	Штангенциркуль	до 300 мм	$\pm 0,1$ мм	ШЦ-I-300-0,1 (рег. № 52151-12)	1
10.3	Линейка металлическая	до 1000 мм, цена деления 1 мм	$\pm 0,2$ мм	ГОСТ 427 (рег. № 34854-07)	1
10.3	Стенд линейных перемещений	от 0 до 100 мм	$\pm 0,2$ мм	ИТ24 (рег. № 81861-21)	1
10.4	Индикатор часового типа	от 0 до 50 мм, цена деления 0,01 мм	Кл. 1	ИЧ 50 (рег. № 40287-08)	1
10.4	Уровень строительный	Цена деления 15'	цена деления 15'	УС5-2-II ГОСТ 9416	1
10.5	Меры длины концевые плоскопараллельные	от 1,0 до 3,0 мм	Кл. 3	Набор № 1 (рег. № 51838)	1
10.9	Термометр лабораторный	от 0 до +50 °C	$\pm 0,1$ °C	ТЛ-4 (рег. № 303-91)	1
10.7	Секундомер	до 30 мин	$\pm 1$ с	СОПпр-2а (рег. № 11519-11)	1
10.10, 10.11, 10.14	Магазин сопротив- лений	от 10 до 1000 Ом	Кл. 0,05/4·10 <sup>-7</sup>	МС3055 (рег. № 42847-09)	1
10.12	Калибратор- измеритель стан- дартных сигналов	от 0 до 10 В	$\pm 100$ мкВ	КИСС-03 (рег. № 20641-11)	1
10.12, 10.13, 10.15, 10.16	Калибратор универ- сальный	от 0 до 20 В; от 2 до 20000 Гц	(0,002+0,0001) В	Н4-16 (рег. № 46627-11)	1

## 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правилами устройства установок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0.

6.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в ИТ14РЭ и НД на средства поверки. Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.

## 7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре системы проверить наличие:

- формуляра ИТ14ФО, схемы электрической соединений Э4 и/или схемы электрической общей Э6 соответствующего исполнения;
- маркировки, соответствующей ИТ14РЭ и схеме электрической соединений Э4 и/или схеме электрической общей Э6;
- заводских номеров и их соответствие данным приведенным в ИТ14ФО;
- надежного заземления составных частей системы;
- целостность соединительных линий связи и первичных преобразователей.

7.2 При наличии дефектов линий связи, разъемов и первичных преобразователей испытания не проводят до их устранения. Если дефекты устраниТЬ невозможno, соответствующий ИК бракуют.

## 8 Подготовка к поверке и опробование

### 8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки системы:

- отсоединить от системы датчики температуры, тока, напряжения и т.д.;
- демонтировать с объекта контроля датчики вибрации, датчики токовыххревые ИТ12.30.000, датчики токовыххревые контактные ИТ12.36.000, датчики ИТ12.33.040, ИТ12.33.060;
- выдержать демонтированные датчики в нормальных условиях не менее 1 ч.

8.1.2 Следует проводить поверку только тех параметров системы, которые определены (сконфигурированы) в ней. Допускается не проверять параметры, измеряемые системой и используемые для индикации. Допускается проводить поверку токовых выходов вместе с измеряемым параметром, совместно с которым используется соответствующий токовый выход. При проведении поверки использовать штатные средства индикации, входящие в систему.

8.1.3 Поверке подлежат преобразователи (вибрационные ИТ14.11.000, токовыххревые ИТ14.12.000, тахометрические ИТ14.14.000), датчики токовыххревые линейные ИТ14.33.000, измерительные модули из комплекта поставки системы, которые должны быть подключены к системе в соответствии со схемой электрической соединений Э4 и/или схемой электрической общей Э6 соответствующего исполнения.

Если ПВ, ПТВ, ПТХ, ДГЛ, измерительные модули поверяются вне системы, то в этом случае применяется схема подключения, приведенная в соответствующем РЭ.

Для проверки характеристик гармонических составляющих вибрационного сигнала (первой, второй, третьей и четвертой гармоник) в схеме проверки должен быть использован преобразователь тахометрический ИТ14.14.000.

## ВНИМАНИЕ

**Все подключения к системе выполнять при отключенном напряжении питания.**

8.1.4 Перед проведением поверки и опробованием системы подготовить средства измерения и оборудование к работе в соответствии с РЭ.

8.1.5 Проверяют сведения о результатах поверки используемых СИ, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и/или наличие действующих свидетельств о поверке на используемые СИ, а также соответствие условий поверки разделу 3.

## **8.2 Проверка прочности и электрического сопротивления изоляции**

### **8.2.1 Проверка электрической прочности изоляции**

8.2.1.1 Проверку электрической прочности изоляции системы проводить на универсальной пробойной установке.

8.2.1.2 Испытательное напряжение  $(1,5 \pm 0,1)$  кВ переменного тока частотой  $(50 \pm 1)$  Гц приложить между болтом для заземления на корпусе стойки (шкафа) и соединенными вместе выводами сетевого разъема. Проверяемые цепи должны находиться под испытательным напряжением в течение 1 мин, после чего испытательное напряжение уменьшить до минимального.

8.2.1.3 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если не произошло пробоя или перекрытия изоляции.

Примечание – Появление «короны» и (или) шума не является признаком неудовлетворительных результатов проверки.

### **8.2.2 Проверка электрического сопротивления изоляции**

8.2.2.1 Проверку сопротивления изоляции проводить мегаомметром при испытательном напряжении постоянного тока 500 В.

8.2.2.2 Сопротивление изоляции измерять между болтом для заземления на корпусе стойки (шкафа) и соединенными между собой выводами сетевого разъема при отключенном источнике питания.

8.2.2.3 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если сопротивление изоляции в нормальных условиях применения (раздел 3) не менее 20 МОм.

## **8.3 Опробование**

### **8.3.1 При проведении опробования проверяют работоспособность:**

- измерительных каналов системы;
- дискретных выходов типа «сухой контакт»;
- дискретных входов типа «сухой контакт».

8.3.2 Проверку работоспособности измерительных каналов системы проводить в соответствии с ИТ14РЭ.

8.3.3 Проверку работоспособности дискретных выходов типа «сухой контакт» (замыкания или размыкания контактов реле) проводить путем создания условия включения дискретного выхода в соответствии с конфигурацией системы.

8.3.4 Для проверки срабатывания системы при приеме сигналов от дискретных входов типа «сухой контакт» необходимо последовательно подключить на каждый дискретный вход системы резистор С2-23-0,125-10 Ом в соответствии со схемой электрической соединений Э4 и/или схемой электрической общей Э6, при этом дискретный вход должен сработать.

8.3.5 Система считается прошедшей поверку с положительным результатом, если при проверке работоспособности каналов, измеряемые физические величины отображаются штатными средствами системы (на мониторе ПК, на индикаторе и т.п.), срабатывание контактов реле и дискретных входов происходит в соответствии с заданной конфигурацией системы.

## 9 Проверка программного обеспечения

9.1 Для проверки программного обеспечения (текущей версии прошивки модулей) предназначена программа «Version Monitor» (далее по тексту – программа), которая является частью программного комплекса системы ИТ14. Также программа служит для мониторинга подключенных к CAN сети модулей с функциями изменения индикатора и серийного номера модуля и сохранения таблицы модулей в файл.

9.2 Для работы с программой требуется компьютер IBM PC с установленным ПО ВАКС, отвечающий следующим минимальным требованиям:

- CPU Celeron 1200 МГц;
- RAM не менее 256 Мб;
- HDD 40 Гб;
- Video 64 Мб;
- Monitor 19'' 1280 \* 1024;
- ОС Windows 2000/XP.

9.3 К работе с программой допускаются лица, обладающие правами уровня «Настройщик» или «Администратор».

9.4 Программу «Version Monitor» можно запустить вручную с помощью файла «Ver\_Mon.exe», расположенного в папке D:\VACS\COMMON FILES\CanTools\Ver\_Mon. Откроется окно программы «Version Monitor» (см. Рисунок 1).

Box ID	Box S/N	Box Type Subtype	Board Version	Software Version	Compilation Date	DSP Software Version	Box Name
1	42304	0x001E 0x0000	ИТ14.200.0-010-04	1.1.19	Apr 9 2013		ИТ14.14.000
2	39319	0x0011 0x0000	ИТ14.17.200.0308-08	1.0.5	Aug 9 2010		ИТ14.17.300
3	33677	0x0010 0x0000	ИТ14.16.200.0-000-07	1.0.6	Jan 17 2011		ИТ14.16.300
11	30270	0x001B 0x024C	ИТ14.11.200.0-010-07A	1.3.1	Jun 26 2012	1.3.02	
600	21451	0x0011 0x0000	1400770	1.0.1.13	Sep 13 2009		ИТ14.36.300

Рисунок 1 – Окно программы «Version Monitor»

9.5 В окне программы содержатся группы полей: «Box ID», «Box S/N», «Box Type Subtype», «Board Version», «Software Version», «Compilation Date», «DSP Software Version», «Box Name»:

- поле «Box ID» предназначено для отображения идентификационного номера модуля в линии CAN;
- в поле «Box S/N» отображается заводской номер модуля;
- поле «Box Type Subtype» отображает тип и подтип модуля;
- поле «Board Version» отображает обозначение платы модуля;
- поле «Software Version» предназначено для просмотра текущей версии прошивки основного процессора модулей;
- поле «Compilation Date» предназначено для отображения даты компиляции прошивки основного процессора модулей;

- поле «DSP Software Version» предназначено для просмотра текущей версии прошивки второго процессора модулей;
- поле «Box Name» предназначено для отображения имени модуля по его типу.

Непосредственно для проверки программного обеспечения предназначены поля «Software Version», «DSP Software Version», в которых соответственно, отображается информация о текущей версии прошивки основного процессора модуля и текущей версии прошивки второго процессора модуля.

9.6 Программа позволяет осуществлять проверку программного обеспечения подключенных к CAN сети модулей другого сервера. Для этого нужно выбрать в меню окна программы вкладку «Сервер», выполнить действие «Подключиться».

В поле ввода ввести имя сервера или его IP-адрес, нажать Ok или клавишу Enter для подтверждения, Cancel или клавишу Escape для отмены.

Для подключения к локальному компьютеру поле ввода можно оставить пустым.

При запуске программа автоматически подключается к локальному компьютеру.

Для отмены автоматического подключения необходимо запустить программу с параметром "-noac" (см. Рисунок 2).

Box ID	Подключение	Box Type Subtype	Board Version	Software Version	Compilation Date	DSP Software Version	Box Name
1	Подключиться	0x001E 0x0000	ИП14.14.200.0-0-0-0-04	1.1.19	Apr 9 2013		ИП14.14.300
2	39919	0x0011 0x0000	ИП14.17.200.0-0-0-0-08	1.0.5	Aug 9 2010		ИП14.17.300
3	39677	0x0010 0x0000	ИП14.16.200.0-0-0-0-07	1.0.6	Jan 17 2011		ИП14.16.300
11	36278	0x001B 0x024C	ИП14.11.200.0-0-0-0-07A	1.3.1	Jun 28 2012	1.3.02	
600	21451	0x0031 0x0000	1400770	1.0.113	Sep 19 2009		ИП14.36.300

Рисунок 2 – Меню окна программы «Сервер»

9.7 Также программа позволяет сохранить таблицы модулей в файл, формата HTML. Для этого нужно выбрать в меню окна программы вкладку «Файл», выполнить действие «Сохранить в файл». Сохранена будет текущая отображаемая таблица (см. Рисунок 3).

Box ID	Подключение	Box Type Subtype	Board Version	Software Version	Compilation Date	DSP Software Version	Box Name
1	Подключиться	0x001E 0x0000	ИП14.14.200.0-0-0-0-04	1.1.19	Apr 9 2013		ИП14.14.300
2	39919	0x0011 0x0000	ИП14.17.200.0-0-0-0-08	1.0.5	Aug 9 2010		ИП14.17.300
3	39677	0x0010 0x0000	ИП14.16.200.0-0-0-0-07	1.0.6	Jan 17 2011		ИП14.16.300
11	36278	0x001B 0x024C	ИП14.11.200.0-0-0-0-07A	1.3.1	Jun 28 2012	1.3.02	
600	21451	0x0031 0x0000	1400770	1.0.113	Sep 19 2009		ИП14.36.300

Рисунок 3 – Меню окна программы «Файл»

9.8 Для выхода из программы достаточно выполнить команду «Выход» в меню «Файл».

9.9 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если при проверке программного обеспечения все прошивки и версии модулей системы соответствуют ее конфигурации.

## 10 Определение метрологических характеристик

10.1 Проверка диапазона измерений СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости, основной относительной (приведенной) погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости на базовой частоте

10.1.1 Проверка уровня шумов (нижней границы диапазона рабочих амплитуд)

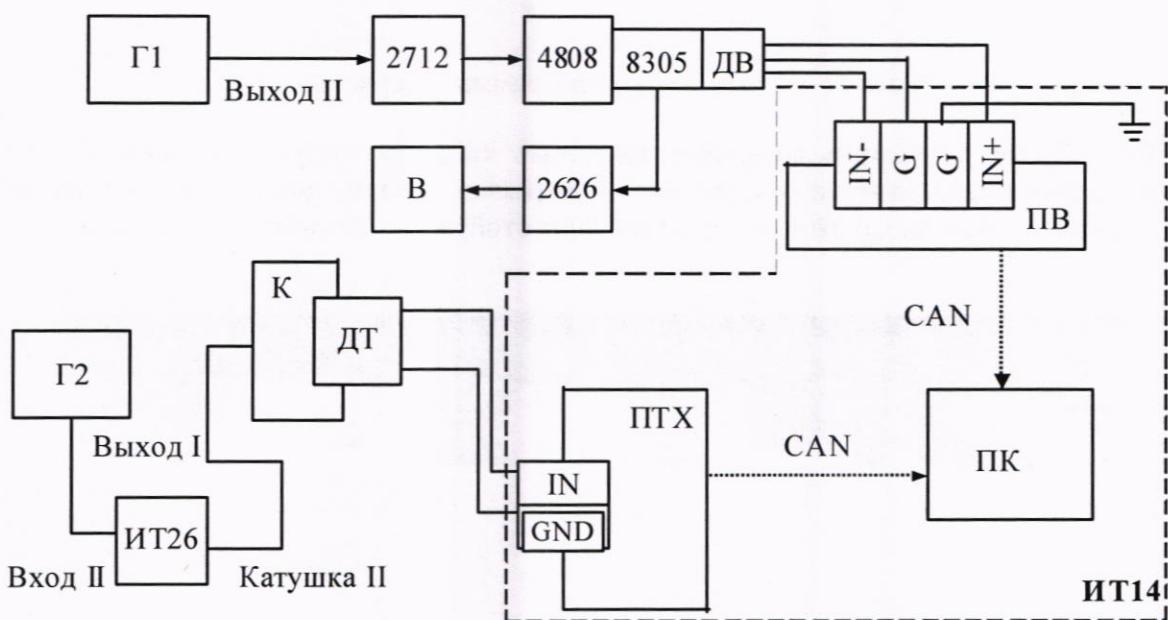
10.1.1.1 Датчик вибрации проверяемого канала системы расположить на антивибрационной поверхности или свободно подвесить в воздухе.

10.1.1.2 Включить питание системы и измерить уровень шумов на выходе канала измерения СКЗ виброскорости проверяемого ПВ (числовой транспарант на мониторе ПК).

10.1.1.3 Выполнить 10.1.1.1 и 10.1.1.2 для всех ПВ, входящих в систему.

10.1.1.4 Система считается прошедшей проверку, если уровень шумов не более 0,033 мм/с.

10.1.2 Собрать схему проверки основной относительной (приведенной) погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости, приведенную на рисунке 4. На мониторе ПК с помощью программы «Монитор-конструктор» используя руководство пользователя ИТ.12005031 34 создать дополнительный монитор с числовыми транспарантами, отображающими результаты измерений амплитуд гармонических составляющих виброскорости и частоты для каждого проверяемого канала системы.



ПК—персональный компьютер; Г1, Г2—генератор сигналов Г3-110; 2712—усилитель мощности; 4808—вибростенд; 8305—эталонный вибропреобразователь ускорения; 2626—усилитель измерительный; В—вольтметр; ПВ—проверяемый преобразователь вибрационный ИТ14.11.000; ДВ—датчик вибрации из состава ПВ; ИТ26—имитационная установка параметров виброперемещения; К—катушка имитатора виброперемещения установки ИТ26; ПТХ—преобразователь тахометрический ИТ14.14.000; ДТ—датчик токовихревой ИТ12.30.000 из состава ПТХ

Рисунок 4 – Схема проверки основной относительной (приведенной) погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости

10.1.3 Проверить состояние сопрягаемых поверхностей датчика и переходника. Они должны быть чистыми и не иметь механических повреждений (зазубрин, рисок и т.п.).

10.1.4 Установить ДВ проверяемого ПВ сверху эталонного вибропреобразователя ускорения 8305 через технологический переходник и закрепить их на вибростенде 4808. Переходник должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.669 (приложение 1). Эскиз варианта переходника приведен в приложении В. Рабочая ось испытуемого ДВ должна совпадать с рабочей осью эталонного вибропреобразователя.

10.1.5 Заземлить измерительную цепь ПВ, для этого соединить клемму «G» с корпусом соединительной коробки или шкафа, в которой он смонтирован.

10.1.6 При наличии токового выхода ПВ подключить к клеммам «I<sub>out</sub>» и «I<sub>ret</sub>» через резистор С2-23-0,125-300 Ом калибратор-измеритель ИКСУ-260, установленный в режим измерения постоянного тока.

10.1.7 Подготовить усилитель измерительный 2626 к работе в режиме усиления заряда в соответствии с РЭ.

10.1.8 СКЗ виброускорения  $A_{ckzi}$ , м/с<sup>2</sup>, вычислить по формуле

$$A_{ckzi} = \frac{V_{pkzi} \cdot 2 \cdot \pi \cdot F_k}{1000} = 0,00628 \cdot F_k \cdot V_{pkzi}, \quad (1)$$

где  $V_{pkzi}$  –  $i$ -е рекомендуемое СКЗ виброскорости из таблицы 3, мм/с;

$F_k$  – базовая частота задания СКЗ виброскорости, Гц.

Примечание – Базовая частота, любая частота в диапазоне от 40 до 160 Гц, устанавливается при заказе системы.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 3.

Таблица 3 – Определение основной относительной (приведенной) погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости, основной абсолютной погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости по токовому выходу ПВ

Обозначение параметра	Рекомендуемое СКЗ виброскорости $V_{pkzi}$ , мм/с							
	0,5	1	2	5	10	20	50	100
$A_{ckzi}$ , м/с <sup>2</sup>								
$A_{ckzadi}$ , м/с <sup>2</sup>								
$V_{задi}$ , мм/с								
$V_{ckzi}$ , мм/с								
$\delta V_{ckzi}$ , %								
$\delta V_{Pkzi}$ , %								
$A_{взадi}$ , м/с <sup>2</sup>								
$V_{взадi}$ , мм/с								
$V_{vi}$ , мм/с								
$\delta V_{vi}$ , %								
$I_{изми}$ , мА								
$V_{Iизми}$ , мм/с								
$\Delta li$ , мм/с								

Примечание:

$A_{ckzi}$  –  $i$ -е СКЗ виброускорения, устанавливаемое на вибростенде, вычисленное по формуле (1);

$A_{ckzadi}$  –  $i$ -е фактически заданное на вибростенде СКЗ виброускорения;

$V_{задi}$  –  $i$ -е фактически заданное на вибростенде СКЗ виброскорости, вычисленное по формуле (2);

$V_{ckzi}$  –  $i$ -е измеренное системой СКЗ виброскорости;

$\delta V_{ckzi}$  –  $i$ -е значение основной относительной погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости, вычисленное по формуле (3);

$\delta V_{Pckzi}$  –  $i$ -е значение приведенной погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости, вычисленное по формуле (3а);

$V_{vzadi}$  –  $i$ -е фактически заданное на вибростенде значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости, вычисленное по формуле (2);

$V_{vi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости;

$\delta V_{vi}$  –  $i$ -е значение основной относительной погрешности системы при измерении амплитуды гармонических составляющих виброскорости, вычисленное по формуле (4);

$\delta V_{donvi}$ , % –  $i$ -е допустимое значение основной относительной погрешности системы при измерении амплитуды гармонических составляющих виброскорости;

$I_{izmi}$  –  $i$ -е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260;

$V_{Iizmi}$  –  $i$ -е СКЗ виброскорости, измеренное системой по токовому выходу ПВ, вычисленное по формуле (5);

$A_{li}$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости по токовому выходу ПВ, вычисленное по формуле (8).

10.1.9 Для проверки гармонических составляющих виброскорости подать на вход II установки ИТ26 от генератора Г2 (выход I) сигнал с напряжением 2 В и периодом, соответствующим частоте  $F_k/K_2$ , Гц, где  $K_2$  – коэффициент кратности гармоники, равный 1; 2; 3 или 4.

10.1.10 На частоте  $F_k$  задать с помощью генератора Г1 (выход II) на вибростенде 4808 СКЗ виброускорения  $A_{ckzi}$ , вычисленное по формуле (1), соответствующее первому рекомендуемому СКЗ виброскорости  $V_{pkzi}$  из таблицы 3. Измерить вольтметром фактически заданное СКЗ виброускорения  $A_{ckzzadi}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 3.

10.1.11 Для определения амплитуды гармонических составляющих виброскорости  $A_{vzadi}$  показания вольтметра необходимо умножить на 1,414. Результат записать в соответствующую строку таблицы 3.

10.1.12 Измерить системой СКЗ виброскорости  $V_{ckzi}$  на мониторе ПК и значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости  $V_{vi}$  (по дополнительному монитору ПК). Результаты записать в соответствующие строки таблицы 3.

10.1.13 Для ПВ с токовым выходом измерить калибратором-измерителем ИКСУ-260 значение выходного тока  $I_{izmi}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 3.

10.1.14 Фактически заданное СКЗ виброскорости  $V_{zadi}$ , мм/с, и значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости  $V_{vzadi}$ , мм/с, вычислить по формуле

$$V_{zadi(vzadi)} = 159,15 \cdot \frac{A_{CKZzadi(vzadi)}}{F_k}, \quad (2)$$

где  $A_{ckzzadi}$  –  $i$ -е фактически заданное на вибростенде СКЗ виброускорения, м/с<sup>2</sup>;

$A_{vzadi}$  –  $i$ -е заданное на вибростенде значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости, м/с<sup>2</sup>;

$F_k$  – базовая частота задания СКЗ виброскорости, Гц.

Вычисленные значения записать в соответствующие строки таблицы 3.

10.1.15 Основную относительную погрешность системы при измерении СКЗ виброскорости  $\delta V_{ckzi}$ , %, основную приведенную погрешность системы при измерении СКЗ виброскорости  $\delta V_{Pckzi}$ , %, и основную относительную погрешность системы при измерении амплитуды гармонических составляющих виброскорости  $\delta V_{vi}$ , %, соответственно вычислить по формулам

$$\delta V_{ckzi} = \frac{V_{ckzi} - V_{зади}}{V_{зади}} \cdot 100, \quad (3)$$

$$\delta V_{Пckzi} = \frac{V_{ckzi} - V_{зади}}{V_{ВПИ}} \cdot 100, \quad (3a)$$

$$\delta V_{vi} = \frac{V_{vi} - V_{взади}}{V_{взади}} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $V_{ckzi}$  –  $i$ -е измеренное системой СКЗ виброскорости, мм/с;

$V_{зади}$  –  $i$ -е фактически заданное на вибростенде СКЗ виброскорости, вычисленное по формуле (2), мм/с;

$V_{ВПИ}$  – диапазон измерений СКЗ виброскорости, 2 мм/с;

$V_{vi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости, мм/с;

$V_{взади}$  –  $i$ -е фактически заданное на вибростенде значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости, вычисленное по формуле (2), мм/с.

Вычисленные значения записать в соответствующие строки таблицы 3.

10.1.16 СКЗ виброскорости, измеренное системой по токовому выходу ПВ,  $V_{I_{изм}}$ , мм/с, вычислить по формуле

$$V_i = A + B \cdot I_{изм} \quad (5)$$

где  $I_{изм}$  –  $i$ -е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260, мА;

$A$  – коэффициент преобразования, вычисленный по формуле

$$A = X_{\min} - \frac{X_{\max} - X_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot I_{\min}; \quad (6)$$

$B$  – коэффициент преобразования, вычисленный по формуле

$$B = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}}, \quad (7)$$

где  $X_{\max}$  и  $X_{\min}$  – максимальное и минимальное значения измеряемой физической величины (указанны в соответствующем паспорте);

$I_{\min}$  и  $I_{\max}$  – минимальное и максимальное значения выходного тока, мА.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 3.

10.1.17 Если диапазон измерения СКЗ виброскорости, настроенный на токовый выход, меньше диапазона, указанного в таблице 3, то в таблицу 3 внести соответствующие точки контроля (точки контроля выбирать таким образом, чтобы крайние точки диапазона измерения СКЗ виброскорости, настроенного на токовый выход, совпали с граничными точками контроля, а внутренние точки выбрать с примерно равным шагом). Проверку основной абсолютной погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости по токовому выходу ПВ вне указанного диапазона не проводить.

10.1.18 Основную абсолютную погрешность системы при измерении СКЗ виброскорости по токовому выходу ПВ  $\Delta_{li}$ , мм/с, вычислить по формуле

$$\Delta_{li} = V_{I_{изм}} - V_{зади}, \quad (8)$$

где  $V_{I_{изм}}$  –  $i$ -е СКЗ виброскорости, измеренное системой по токовому выходу ПВ, вычисленное по формуле (5), мм/с;

$V_{зади}$  –  $i$ -е фактически заданное на вибростенде СКЗ виброскорости, вычисленное по формуле (2), мм/с.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 3.

10.1.19 Выполнить 10.1.10-10.1.18 для всех рекомендуемых СКЗ виброскорости  $V_{pckzi}$ , указанных в таблице 3.

10.1.20 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

- основная относительная погрешность системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости удовлетворяют перечислению 3 таблицы 24 (в диапазоне от 0 до 100 мм/с удовлетворяют перечислению 4 таблицы 24);

- основная абсолютная погрешность системы при измерении СКЗ виброскорости по токовому выходу ПВ удовлетворяет предельному значению, вычисленному по формуле (48).

## 10.2 Проверка диапазона рабочих частот, основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты гармонических составляющих виброскорости, неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости

### 10.2.1 Сквозная проверка

#### 10.2.1.1 Выполнить 10.1.2-10.1.5

10.2.1.2 СКЗ виброускорения  $A_{pi}$  вычислить по формуле (1) для всех рекомендуемых значений частот  $F_{pvi}$  и СКЗ виброскорости  $V_{pi}$ , приведенных в таблице 4.

Примечание – Перевод СКЗ виброскорости в СКЗ виброускорения и наоборот проводить по формулам (1) и (2) соответственно.

10.2.1.3 Подать на вход II установки ИТ26 от генератора Г2 (выход I) сигнал с напряжением 2 В и периодом, соответствующим частоте  $F_{pvi}/K_e$ , Гц, где  $K_e$  - коэффициент кратности гармоники, равный 1; 2; 3 или 4;  $F_{pvi}$  – частота из таблицы 4.

10.2.1.4 С помощью генератора Г1 (выход II) задать на вибростенде 4808 вибрацию с частотами и СКЗ виброускорения, указанными в таблице 4. Измерить вольтметром фактически заданное СКЗ виброускорения  $A_{ckzad}i$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 4.

10.2.1.5 Для определения амплитуды гармонических составляющих виброскорости  $A_{vzadi}$  показания вольтметра необходимо умножить на 1,414. Результат записать в соответствующую строку таблицы 4.

Таблица 4 – Определение неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости

Обозначение параметра	Рекомендуемые значения				
	$F_{pvi}=5$ Гц $V_{pi}=10$ мм/с $A_{pi}=0,314$ м/с <sup>2</sup>	$F_{pvi}=10$ Гц $V_{pi}=10$ мм/с $A_{pi}=0,628$ м/с <sup>2</sup>	$F_{pvi}=20$ Гц $V_{pi}=10$ мм/с $A_{pi}=1,256$ м/с <sup>2</sup>	$F_{pvi}=40$ Гц $V_{pi}=10$ мм/с $A_{pi}=2,512$ м/с <sup>2</sup>	$F_{pvi}=80$ Гц $V_{pi}=10$ мм/с $A_{pi}=5,024$ м/с <sup>2</sup>
$F_{izmvi}$ , Гц					
$\Delta F_b$ , Гц					
$A_{ckzad}i$ , м/с <sup>2</sup>					
$V_{zadi}$ , мм/с					
$V_{ckzi}$ , мм/с					
$\delta V_{Fckzi}$ , %					
$A_{vzadi}$ , м/с <sup>2</sup>					
$V_{vzadi}$ , мм/с					
$V_{vi}$ , мм/с					
$\delta V_{Fvi}$ , %					

Продолжение таблицы 4

Обозначение параметра	Рекомендуемые значения				
	$F_{pvi}=160$ Гц $V_{pi}=10$ мм/с $A_{pi}=10,050$ м/с <sup>2</sup>	$F_{pvi}=315$ Гц $V_{pi}=10$ мм/с $A_{pi}=19,780$ м/с <sup>2</sup>	$F_{pvi}=500$ Гц $V_{pi}=10$ мм/с $A_{pi}=31,400$ м/с <sup>2</sup>	$F_{pvi}=700$ Гц $V_{pi}=10$ мм/с $A_{pi}=43,960$ м/с <sup>2</sup>	$F_{pvi}=1000$ Гц $V_{pi}=10$ мм/с $A_{pi}=62,800$ м/с <sup>2</sup>
$F_{izmvi}$ , Гц					
$\Delta F_i$ , Гц					
$A_{ckzadi}$ , м/с <sup>2</sup>					
$V_{zadi}$ , мм/с					
$V_{ckzi}$ , мм/с					
$\delta V_{Fckzi}$ , %					
$A_{vzadi}$ , м/с <sup>2</sup>					
$V_{vzadi}$ , мм/с					
$V_{vi}$ , мм/с					
$\delta V_{Fvi}$ , %					

Примечание:

$F_{pvi}$  –  $i$ -е рекомендуемое значение частоты для виброскорости, которое задается и контролируется генератором Г1;

$V_{pi}$  –  $i$ -е рекомендуемое СКЗ виброскорости;

$A_{pi}$  –  $i$ -е рекомендуемое СКЗ виброускорения, вычисленное по формуле (1);

$F_{izmvi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение частоты воспроизводимой виброскорости;

$\Delta F_i$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты гармонических составляющих виброскорости, вычисленное по формуле (11);

$A_{ckzadi}$  –  $i$ -е фактически заданное на вибростенде СКЗ виброускорения;

$V_{zadi}$  –  $i$ -е фактически заданное на вибростенде СКЗ виброскорости, вычисленное по формуле (2);

$V_{ckzi}$  –  $i$ -е измеренное системой СКЗ виброскорости;

$\delta V_{Fckzi}$  –  $i$ -е значение неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости, вычисленное по формуле (9);

$A_{vzadi}$  –  $i$ -е заданное на вибростенде значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости;

$V_{vzadi}$  –  $i$ -е фактически заданное на вибростенде значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости, вычисленное по формуле (2);

$V_{vi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости;

$\delta V_{Fvi}$  –  $i$ -е значение неравномерности частотной характеристики системы при измерении амплитуды гармонических составляющих виброскорости, вычисленное по формуле (10).

10.2.1.6 Фактически заданное СКЗ виброскорости  $V_{zadi}$  и значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости  $V_{vzadi}$  вычислить по формуле (2) по данным из таблицы 4. Вычисленные значения записать в соответствующие строки таблицы 4.

10.2.1.7 Поддерживая рекомендуемое СКЗ виброскорости  $V_{pi}$  постоянным в указанном диапазоне частот, измерить системой СКЗ виброскорости  $V_{ckzi}$ , значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости  $V_{vi}$  и значение частоты воспроизводимой виброскорости  $F_{izmvi}$ . Результаты записать в соответствующие строки таблицы 4.

10.2.1.8 Неравномерность частотной характеристики при измерении СКЗ виброскорости  $\delta V_{Fckzi}$ , %, и неравномерность частотной характеристики при измерении амплитуды гармонических составляющих виброскорости  $\delta V_{Fvi}$ , %, вычислить соответственно по формулам

$$\delta V_{F_{CKi}} = \left( \frac{V_{\text{зад}F_K}}{V_{\text{сказ}F_K}} \cdot \frac{V_{\text{сказ}i}}{V_{\text{зад}i}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (9)$$

$$\delta V_{F_{Vi}} = \left( \frac{V_{\text{зад}F_K}}{V_{vF_K}} \cdot \frac{V_{Vi}}{V_{\text{зад}i}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (10)$$

где  $V_{\text{сказ}i}$  – СКЗ виброскорости, измеренное системой на  $i$ -й частоте, мм/с;

$V_{\text{сказ}F_K}$  – СКЗ виброскорости, измеренное системой на частоте  $F_K$ , мм/с;

$V_{\text{зад}F_K}$  – СКЗ виброскорости, заданное на частоте  $F_K$ , мм/с;

$V_{\text{зад}i}$  – фактически заданное на вибростенде СКЗ виброскорости на  $i$ -й частоте, вычисленное по формуле (3), мм/с;

$V_{Vi}$  –  $i$ -е значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости, измеренное системой, мм/с;

$V_{vF_K}$  – значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости, измеренное системой на частоте  $F_K$ , мм/с.

Вычисленные значения записать в соответствующие строки таблицы 4.

10.2.1.9 СКЗ виброускорения  $A_{pi}$  вычислить по формуле (1) для всех рекомендуемых значений частот  $F_{pvi}$  и СКЗ виброскорости  $V_{pi}$ , приведенных в таблице 4.

10.2.1.10 Основную абсолютную погрешность системы при измерении частоты гармонических составляющих виброскорости  $\Delta F_i$ , Гц, вычислить по формуле

$$\Delta F_i = F_{\text{изм}vi} - F_{pvi}, \quad (11)$$

где  $F_{\text{изм}vi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение частоты для виброскорости, Гц;

$F_{pvi}$  –  $i$ -е рекомендуемое значение частоты для виброскорости из таблицы 4, которое задается и контролируется генератором Г1, Гц.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 4.

10.2.1.11 Выполнить 10.2.1.3-10.2.1.10 для всех рекомендуемых значений частот  $F_{pvi}$ , указанных в таблице 4.

10.2.1.12 Система считается прошедшей поверку с положительным результатом, если:

- неравномерность частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости удовлетворяют перечислению 6 таблицы 24;

- основная абсолютная погрешность системы при измерении частоты гармонических составляющих виброскорости удовлетворяет перечислению 13 таблицы 24.

## 10.2.2 Поэлементная проверка

### 10.2.2.1 Проверка датчика вибрации

10.2.2.1.1 Провести проверку ДВ в соответствии с ГОСТ Р 8.669.

10.2.2.1.2 Отсоединить ДВ от ПВ. Измерить мегаомметром при напряжении постоянного тока 100 В сопротивление изоляции между всеми выводами датчика, а также между всеми выводами ДВ и металлокорукавом ДВ.

10.2.2.1.3 Проверить неравномерность частотной характеристики ДВ при измерении СКЗ виброскорости в соответствии с ГОСТ Р 8.669.

10.2.2.1.4 ДВ считается прошедшим проверку, если:

- сопротивление изоляции более 100 МОм;
- характеристики соответствуют значениям, приведенным в паспорте на ДВ или ПВ.

10.2.2.2 Проверка неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости (без датчика)

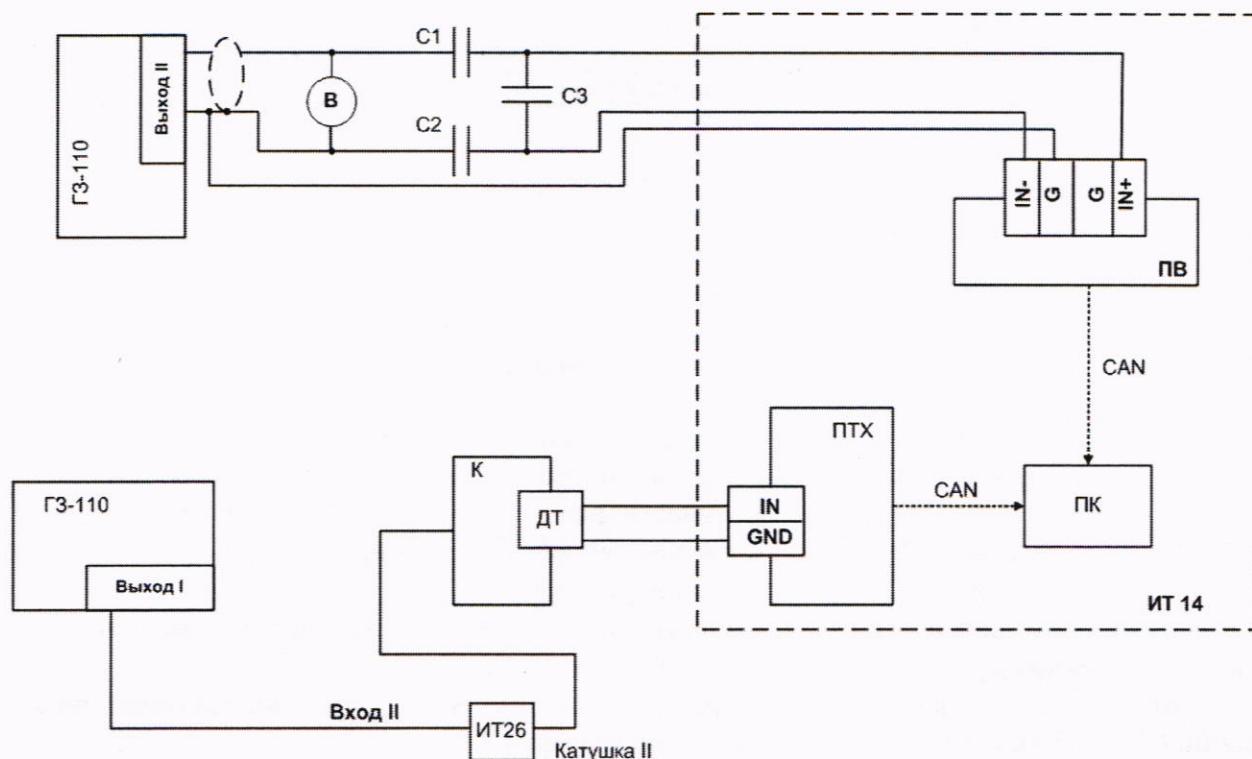
10.2.2.2.1 Собрать схему проверки неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости (без датчика), приведенную на рисунке 5. Провода от конденсаторов должны быть минимальной длины.

10.2.2.2.2 На генераторе сигналов Г3-110 установить следующие режимы работы:

- режим «АРУ» – отключен (кнопка «АРУ» отжата);
- режим 2V – отключен (кнопка «2V» отжата);
- режим плавной перестройки частоты – отключен (кнопка «0» нажата).

10.2.2.2.3 Подать с генератора сигналов Г3-110 синусоидальный сигнал с частотами и амплитудами, указанными в таблице 5.

10.2.2.2.4 Измерить значение входного напряжения  $U_{exi}$  на выходе II генератора сигналов Г3-110. Измерить системой СКЗ виброскорости  $V_{скзi}$  по монитору ПК и значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости  $V_{vi}$  по дополнительному монитору ПК. Результаты записать в соответствующие строки таблицы 5.



ПК – персональный компьютер; С1, С2 – конденсаторы К71-1-1000 пФ ± 1 % или аналогичные; С3 – конденсатор К10-17-3900 пФ ± 5 % или аналогичный; ПВ – поверяемый преобразователь вибрационный ИТ14.11.000; Г3-110 – генератор сигналов; В – вольтметр; ИТ26 – имитационная установка параметров виброперемещения; К – катушка имитатора виброперемещения установки ИТ26; ПТХ – преобразователь тактометрический ИТ14.14.000; ДТ – датчик токовых хревых ИТ12.30.000 из состава ПТХ

Рисунок 5 – Схема проверки неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости (без датчика)

Таблица 5 – Определение неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ и амплитуды гармонических составляющих виброскорости (без датчика)

Обозначение параметра	Рекомендуемые значения		
	$F_i=5 \text{ Гц}$ $U_{max}=31,2(6,5) \text{ мВ}$ $U_{f3-110}=25(6) \text{ мВ}$	$F_i=10 \text{ Гц}$ $U_{max}=62,8(12,5) \text{ мВ}$ $U_{f3-110}=50(12) \text{ мВ}$	$F_i=20 \text{ Гц}$ $U_{max}=125(50) \text{ мВ}$ $U_{f3-110}=100(25) \text{ мВ}$
$U_{exi}, \text{ мВ}$			
$F_{izmvi}, \text{ Гц}$			
$\Delta F_b, \text{ Гц}$			
$V_{задi}, \text{ мм/с}$			
$V_{ckzi}, \text{ мм/с}$			
$\delta V_{Fckzi}, \%$			
$\delta V_{Fckzisigma}, \%$			
$V_{vi}, \text{ мм/с}$			
$\delta V_{Fvi}, \%$			
$\delta V_{Fvisigma}, \%$			
Примечание – $U_{max}$ , $U_{f3-110}$ без скобок – для ПВ с датчиками МВ-43 и ИТ12.35.000; $U_{max}$ , $U_{f3-110}$ в скобках – для ПВ с датчиком вибрации МВ-44			

Примечание:

$F_i$  –  $i$ -е значение частоты задаваемой виброскорости;

$U_{max}$  – значение максимального входного напряжения, соответствующее значению виброскорости равному 100 мм/с;

$U_{f3-110}$  – значение рекомендуемого напряжения, которое должно быть подано на вход ПВ, мВ;

$U_{exi}$  –  $i$ -е значение входного напряжения, измеренное вольтметром на выходе генератора сигналов Г3-110;

$F_{izmvi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение частоты для виброскорости;

$\Delta F_i$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты гармонических составляющих виброскорости, вычисленное по формуле (11);

$V_{задi}$  –  $i$ -е заданное СКЗ виброскорости, вычисленное по формуле (12);

$V_{ckzi}$  –  $i$ -е измеренное системой СКЗ виброскорости;

$\delta V_{Fckzi}$  –  $i$ -е значение неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости, вычисленное по формуле (9);

$\delta V_{Fckzisigma}$  –  $i$ -е значение неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости, вычисленное по формуле (13);

$V_{vi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение амплитуды гармонических составляющих виброскорости;

$\delta V_{Fvi}$  –  $i$ -е значение неравномерности частотной характеристики при измерении амплитуды гармонических составляющих виброскорости, вычисленное по формуле (10);

$\delta V_{Fvisigma}$  –  $i$ -е значение неравномерности частотной характеристики при измерении амплитуды гармонических составляющих виброскорости, вычисленное по формуле (13).

#### 10.2.2.2.5 Заданное СКЗ виброскорости $V_{задi}$ , мм/с, вычислить по формуле

$$V_{задi} = \frac{U_{exi} \cdot C_{um} \cdot 10^3}{2 \cdot \pi \cdot S \cdot F_i \cdot K_{um}} = 79,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{U_{exi}}{S \cdot F_i}, \quad (12)$$

где  $U_{exi}$  –  $i$ -е значение входного напряжения, измеренное вольтметром на выходе генератора сигналов ГЗ-110, В;

$F_i$  –  $i$ -е значение частоты, задаваемое на генераторе сигналов ГЗ-110, Гц;

$S$  – коэффициент преобразования используемого ДВ, пКл/мс<sup>2</sup>.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 5.

10.2.2.6 Неравномерность частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости  $\delta V_{F_{CKZi}}$  (без датчика) вычислить по формуле (9) по данным из таблицы 5. Неравномерность частотной характеристики системы при измерении амплитуды гармонических составляющих виброскорости  $\delta V_{Fvi}$  (без датчика) вычислить по формуле (10) по данным из таблицы 5. Вычисленные значения записать в соответствующие строки таблицы 5.

10.2.2.7 Неравномерность частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости  $\delta V_{F_{CKZi}\Sigma}$ , %, и неравномерность частотной характеристики системы при измерении амплитуды гармонических составляющих виброскорости  $\delta V_{Fvi\Sigma}$ , %, вычислить по формуле

$$\delta V_{F_{CKZi}(vi)\Sigma} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta V_{F_{CKZi}(vi)}^2 + \delta V_{F\partial}^2}, \quad (13)$$

где  $\delta V_{F_{CKZi}}$  –  $i$ -е значение неравномерности частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости, вычисленное по формуле (9), %;

$\delta V_{Fvi}$  –  $i$ -е значение неравномерности частотной характеристики системы при измерении амплитуды гармонических составляющих виброскорости, вычисленное по формуле (10), %;

$\delta V_{F\partial}$  – значение неравномерности частотной характеристики ДВ при измерении СКЗ виброскорости, %.

Вычисленные значения записать в соответствующие строки таблицы 5.

10.2.2.8 Выполнить 10.2.2.3-10.2.2.7 для всех рекомендуемых значений частот  $F_i$ , указанных в таблице 5.

10.2.2.9 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

- неравномерность частотной характеристики системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости удовлетворяют перечислению 6 таблицы 24;

- допускаемая основная абсолютная погрешность системы при измерении частоты гармонических составляющих виброскорости и удовлетворяют перечислению 13 таблицы 24.

### 10.3 Проверка диапазона измерений расстояния, основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния

10.3.1 Проверка диапазона измерений расстояния, основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния датчиком токовыххревым ИТ12.30.000 (ИТ12.30.000А)

10.3.1.1 Установить датчик токовыххревой ИТ12.30.000, ИТ12.30.000А с образцом из стали требуемой марки на стенде ИТ21 в соответствии с ИТ21РЭ.

10.3.1.2 При наличии токового выхода ПТВ подключить к клеммам «Iout» и «Iret» через резистор С2-23-0,125-300 Ом калибратор-измеритель ИКСУ-260, установленный в режим измерения постоянного тока.

10.3.1.3 Установить начальный зазор  $L_n$  по показаниям системы (по числовому транспаранту на мониторе ПК), соответствующий середине диапазона измерений расстояния между торцом датчика и образцом, установленным на стенде ИТ21, вычисленный по формуле

$$L_n = \frac{L_{\max} + L_{\min}}{2}, \quad (14)$$

где  $L_{\max}$  и  $L_{\min}$  – максимальное и минимальное значения диапазона измерений расстояния по паспорту на ПТВ, мкм.

10.3.1.4 Вращением микрометрического винта стенда ИТ21 приблизить образец к торцу датчика на первое рекомендуемое значение расстояния  $L_i$  из таблицы 6, отсчитываемое от значения начального зазора  $L_n$  (значения расстояний в таблице 6 приведены в зависимости от диаметра катушки датчика). Значение расстояния, измеренное системой,  $L_{измi}$  (по числовому транспаранту на мониторе ПК) записать в соответствующую строку таблицы 6.

10.3.1.5 Для ПТВ с токовым выходом измерить калибратором-измерителем ИКСУ-260 значение выходного тока  $I_{измi}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 6.

10.3.1.6 Убедиться в том, что границы диапазона расстояний  $L_{измi}$ , приведенные в таблице 6, соответствуют паспортным значениям (условиям эксплуатации) ПТВ.

Таблица 6 – Определение основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния датчиком токовыххревым ИТ12.30.000, основной абсолютной погрешности системы при измерении расстояния по токовому выходу ПТВ

Обозна- чение па- раметра	Рекомендуемое значение перемещения образца от середины диапазона $L_i$ , мкм, при									
	диаметре катушки датчика 5 мм и начальном зазоре 1250 мкм					диаметре катушки датчика 8 мм и начальном зазоре 2000 мкм				
	-950	-475	0	475	950	-1500	-750	0	750	1500
$L_{задi}$ , мкм										
$L_{измi}$ , мкм										
$\gamma L_i$ , %										
$I_{измi}$ , мА										
$L_{измi}$ , мкм										
$\Delta_{li}$ , мкм										

Продолжение таблицы 6

Обозна- чение па- раметра	Рекомендуемое значение перемещения образца от середины диапазона $L_i$ , мкм, при									
	диаметре катушки датчика 10 мм и начальном зазоре 2500 мкм					диаметре катушки датчика 16 мм и начальном зазоре 4000 мкм				
	-2250	-900	0	1200	2250	-3000	-1500	0	1500	3000
$L_{задi}$ , мкм										
$L_{измi}$ , мкм										
$\gamma L_i$ , %										
$I_{измi}$ , мА										
$L_{измi}$ , мкм										
$\Delta_{li}$ , мкм										

*Продолжение таблицы 6*

Обозна- чение па- раметра	Рекомендуемое значение перемещения образца от середины диапазона $L_i$ , мкм, при									
	диаметре катушки датчика 32 мм и начальном зазоре 8000 мкм					диаметре катушки датчика 48 мм и начальном зазоре 12000 мкм				
	-6000	-3000	0	3000	6000	-9000	-4500	0	4500	9000
$L_{зади}$ , мкм										
$L_{изми}$ , мкм										
$\gamma L_i$ , %										
$I_{изми}$ , мА										
$L_{изми}$ , мкм										
$\Delta l_i$ , мкм										

Примечание:

$L_{зади}$  –  $i$ -е значение расстояния, вычисленное по формуле (15);

$L_{изми}$  –  $i$ -е значение расстояния, измеренное системой;

$\gamma L_i$  –  $i$ -е значение основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния, вычисленное по формуле (16);

$I_{изми}$  –  $i$ -е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260;

$L_{изми}$  –  $i$ -е значение расстояния, измеренное системой по токовому выходу ПТВ, вычисленное по формуле (5);

$\Delta l_i$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении расстояния по токовому выходу ПТВ, вычисленное по формуле (8).

#### 10.3.1.7 Заданное расстояние $L_{зади}$ , мкм, вычислить по формуле

$$L_{зади} = L_n + k \cdot L_i, \quad (15)$$

где  $L_n$  – значение начального зазора, вычисленное по формуле (14), мкм;

$k = +1$  или  $k = -1$  – коэффициент масштабирования, зависящий от принятого направления передвижения объекта (от датчика или к датчику);

$L_i$  –  $i$ -е рекомендуемое значение перемещения образца от середины диапазона, мкм.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 6.

#### 10.3.1.8 Основную приведенную погрешность системы при измерении расстояния $\gamma L_i$ , %, вычислить по формуле

$$\gamma L_i = \frac{L_{изми} - L_{зади}}{|L_{max} - L_{min}|} \cdot 100, \quad (16)$$

где  $|L_{max} - L_{min}|$  – диапазон измерения расстояния, мкм;

$L_{зади}$  –  $i$ -е заданное значение расстояния, вычисленное по формуле (15), мкм;

$L_{изми}$  –  $i$ -е значение расстояния, измеренное системой, мкм.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 6.

#### 10.3.1.9 Расстояние, измеренное системой по токовому выходу ПТВ, $L_{изми}$ вычислить по формуле (5) по данным из таблицы 6. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 6.

10.3.1.10 Если диапазон измерения расстояния, настроенный на токовый выход, меньше диапазона, указанного в таблице 6, то в таблицу 6 внести соответствующие точки контроля (за «нулевую точку» выбрать середину диапазона измерения расстояния, настроенного на токовый выход, за крайние точки принять границы указанного диапазона и т.д. по аналогии с таблицей 6). Проверку основной абсолютной погрешности системы при измерении расстояния по токовому выходу ПТВ вне указанного диапазона не проводить.

10.3.1.11 Основную абсолютную погрешность системы при измерении расстояния по токовому выходу ПТВ  $\Delta_{I_i}$  вычислить по формуле (8) по данным из таблицы 6. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 6.

10.3.1.12 Выполнить 10.3.1.4-10.3.1.11 для всех рекомендуемых значений расстояний  $L_i$ , указанных в таблице 6.

10.3.1.13 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

- основная приведенная погрешность системы при измерении расстояния датчиком токовихревым ИТ12.30.000, ИТ.12.30.000А удовлетворяет перечисленнию 19 таблицы 24;

- абсолютная погрешность системы при измерении расстояния по токовому выходу ПТВ удовлетворяет предельному значению, вычисленному по формуле (48).

10.3.2 Проверка диапазона измерений расстояния, основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния датчиком токовихревым контактным ИТ12.36.000

10.3.2.1 При наличии токового выхода ПТВ подключить к клеммам « $I_{out}$ » и « $I_{ret}$ » через резистор С2-23-0,125-300 Ом или калибратор-измеритель ИКСУ-260, установленный в режим измерения постоянного тока.

10.3.2.2 Выдвинуть телескопическую трубку датчика токовихревого контактного ИТ12.36.000 на расстояние, установленное по штангенциркулю, соответствующее значению начального расстояния  $L_0$  (см. рисунок 6) и первому рекомендуемому значению расстояния  $L_i$  из таблицы 7, равное:

- $(15,0 \pm 0,3)$  мм для датчика исполнений ИТ12.36.000-1Х;
- $(20,0 \pm 0,3)$  мм для датчика исполнений ИТ12.36.000-2Х;
- $(30,0 \pm 0,3)$  мм для датчика исполнений ИТ12.36.000-3Х;
- $(40,0 \pm 0,3)$  мм для датчика исполнений ИТ12.36.000-4Х;
- $(5,5 \pm 0,3)$  мм для датчика исполнений ИТ12.36.000-5Х;
- $(5,0 \pm 0,3)$  мм для датчиков исполнений ИТ12.36.000-6Х;
- $(30,0 \pm 0,3)$  мм для датчиков исполнений ИТ12.36.000-7Х.

10.3.2.3 Заданное значение расстояния, установленное по штангенциркулю или металлической линейке,  $L_{зади}$  и значение расстояния, измеренное системой,  $L_{изм}$  записать в соответствующие строки таблицы 7.

10.3.2.4 Для ПТВ с токовым выходом измерить калибратором-измерителем ИКСУ-260 значение выходного тока  $I_{изм}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 7.

10.3.2.5 Убедиться в том, что границы диапазона измерения расстояний  $L_{изм}$ , приведенные в таблице 7, соответствуют паспортным значениям (условиям эксплуатации) ПТВ.

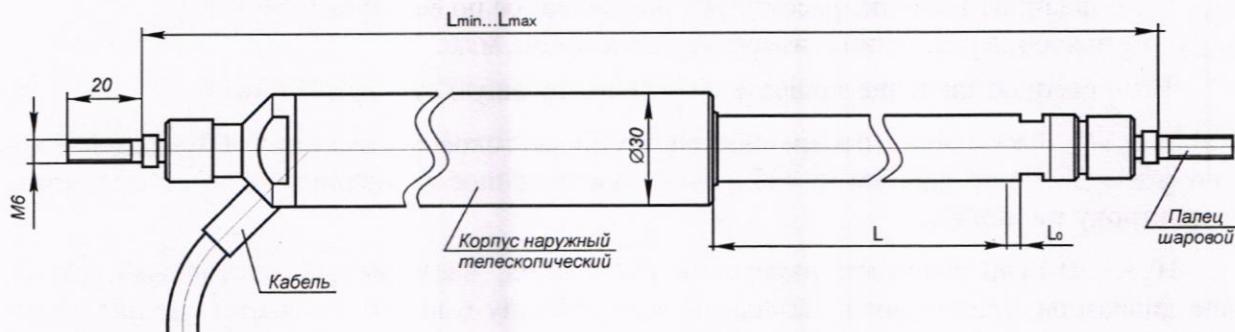


Рисунок 6 – Габаритный чертеж датчика токовихревого контактного ИТ12.36.000

Таблица 7 – Определение основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния датчиком токовихревым контактным ИТ12.36.000, основной абсолютной погрешности системы при измерении расстояния по токовому выходу ПТВ

Обозна- чение па- раметра	Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, датчика ИТ12.36.000-1Х					Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, датчика ИТ12.36.000-2Х					Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, датчика ИТ12.36.000-3Х				
	15	35	55	75	95	20	60	100	140	190	30	90	150	210	280
$L_{зади}$ , мм															
$L_{измi}$ , мм															
$\gamma L_i$ , %															
$I_{измi}$ , мА															
$L_{l_{измi}}$ , мм															
$\Delta_{li}$ , мм															

Продолжение таблицы 7

Обозна- чение па- раметра	Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, датчика ИТ12.36.000-4Х					Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, датчика ИТ12.36.000-5Х				
	40	130	220	310	400	5,5	10,0	20,0	35,0	45,5
$L_{зади}$ , мм										
$L_{измi}$ , мм										
$\gamma L_i$ , %										
$I_{измi}$ , мА										
$L_{l_{измi}}$ , мм										
$\Delta_{li}$ , мм										

Продолжение таблицы 7

Обозначе- ние па- раметра	Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, датчика ИТ12.36.000-6Х					Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, датчика ИТ12.36.000-7Х				
	5	50	100	175	250	30	100	200	300	375
$L_{зади}$ , мм										
$L_{измi}$ , мм										
$\gamma L_i$ , %										
$I_{измi}$ , мА										
$L_{l_{измi}}$ , мм										
$\Delta_{li}$ , мм										

Примечание:

$L_{зади}$  – i-е заданное значение расстояния, установленное по штангенциркулю или металлической линейке;

$L_{измi}$  – i-е значение расстояния, измеренное системой;

$\gamma L_i$  – i-е значение основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния, вычисленное по формуле (16);

$I_{измi}$  – i-е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260;

$L_{l_{измi}}$  – i-е значение расстояния, измеренное системой по токовому выходу ПТВ, вычисленное по формуле (5);

$\Delta_{li}$  – i-е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении расстояния по токовому выходу ПТВ, вычисленное по формуле (8).

10.3.2.6 В случае несоответствия границ диапазона расстояний  $L_{измi}$ , приведенных в таблице 7, условиям эксплуатации использовать методику 10.3.1.10.

10.3.2.7 Выполнить 10.3.1.8-10.3.1.11 по данным из таблицы 7. Вычисленные значения записать в соответствующие строки таблицы 7.

10.3.2.8 Выполнить 10.3.2.2-10.3.2.7 для всех рекомендуемых значений расстояний  $L_i$ , указанных в таблице 7.

10.3.2.9 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

- основная приведенная погрешность системы при измерении расстояния датчиком токовихревым контактным ИТ12.36.000 удовлетворяет перечислению 21 таблице 25;
- основная абсолютная погрешность системы при измерении расстояния по токовому выходу ПТВ удовлетворяет предельному значению, вычисленному по формуле (48).

10.3.3 Проверка диапазона измерений расстояния, основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния датчиком токовихревым линейным ИТ14.33.000

10.3.3.1 Установить датчик в зависимости от исполнений ДТЛ на стенде ИТ24 при помощи калибров ИТ12.33.010 на расстояние начального зазора от поверхности соответствующего образца из ферромагнитной стали.

#### Примечания

- 1 Начальный зазор устанавливается по 1.1.2.4.6 ИТ14РЭ.
- 2 Образец из стали может быть в виде края плоскости или в виде гребня в зависимости от настройки ДТЛ (указан в паспорте на ДТЛ).

10.3.3.2 При наличии токового выхода ДТЛ подключить к клеммам «I<sub>out</sub>» и «I<sub>ret</sub>» через резистор С2-23-0,125-300 Ом калибратор-измеритель ИКСУ-260, установленный в режим измерения постоянного тока.

10.3.3.3 Вращением винта стендса ИТ24 установить по показаниям системы (по числовому транспаранту на мониторе ПК) край соответствующего образца из стали на значение, соответствующее середине шкалы измерений  $L_{cp}$ , вычисленное по формуле (14), где  $L_{max}$  – верхний предел диапазона измерения расстояния, соответствует «+» на шкале измерений датчика, мм (указан в паспорте на ДТЛ);  $L_{min}$  – нижний предел диапазона измерения расстояния, соответствует «-» на шкале измерений датчика, мм (указан в паспорте на ДТЛ). Вычисленное значение  $L_{cp}$  принять за ноль.

10.3.3.4 Заданные расстояния  $L_{obi}$  вычислить по формуле (15) по данным из таблицы 8, где  $k = \pm 1$  коэффициент инверсии, зависящий от места установки датчика ДТЛ относительно движения объекта контроля, при этом  $k = +1$  при  $L_{max} > L_{min}$  или  $k = -1$  при  $L_{max} < L_{min}$ . Вычисленные значения записать в соответствующие строки таблицы 8 в зависимости от настройки ДТЛ.

10.3.3.5 Вращением винта стендса ИТ24 установить край соответствующего образца из стали на первое заданное значение расстояния  $L_{obi}$  из таблицы 8, вычисленное по формуле (15), в зависимости от настройки ДТЛ. Контроль установленного значения расстояния проводить индикатором часового типа из состава стендса ИТ24.

10.3.3.6 Значение расстояния, измеренное системой,  $L_{izmi}$  (по числовому транспаранту на мониторе ПК) записать в соответствующую строку таблицы 8 в зависимости от настройки ДТЛ.

10.3.3.7 Для ДТЛ с токовым выходом измерить калибратором-измерителем ИКСУ-260 значение выходного тока  $I_{izmi}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 8 в зависимости от настройки ДТЛ.

10.3.3.8 Основную приведенную погрешность системы при измерении расстояния  $\gamma L_i$  вычислить по формуле (16) по данным из таблицы 8, где  $L_{max}$  – верхний предел диапазона измерения расстояния, соответствует «+» на шкале измерений датчика, мм (указан в паспорте на ДТЛ);  $L_{min}$  – нижний предел диапазона измерения расстояния, соответствует «-» на шкале измерений датчика, мм (указан в паспорте на ДТЛ). Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 8 в зависимости от настройки ДТЛ.

10.3.3.9 Расстояние, измеренное системой по токовому выходу ДТЛ  $L_{измi}$  вычислить по формуле (5) по данным из таблицы 8. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 8 в зависимости от настройки ДТЛ.

Таблица 8 – Определение основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния датчиком токовыххревым линейным ИТ14.33.000, основной абсолютной погрешности системы при измерении расстояния по токовому выходу ДТЛ

Обозначение параметра	Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, для ИТ14.33.000-Х3XXX при установленном начальном зазоре ( $1,5 \pm 0,1$ ) мм (образец из стали – край плоскости)						
	-15	-10	-5	0	5	10	15
$L_{обi}$ , мм							
$L_{измi}$ , мм							
$\gamma L_i$ , %							
$I_{измi}$ , мА							
$L_{измi}$ , мм							
$\Delta_{li}$ , мм							

Продолжение таблицы 8

Обозначение параметра	Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, для ИТ14.33.000-Х4XXX при установленном начальном зазоре ( $1,5 \pm 0,1$ ) мм (образец из стали - край плоскости)								
	-22,5	-15	-10	-5	0	5	10	15	22,5
$L_{обi}$ , мм									
$L_{измi}$ , мм									
$\gamma L_i$ , %									
$I_{измi}$ , мА									
$L_{измi}$ , мм									
$\Delta_{li}$ , мм									

Продолжение таблицы 8

Обозначение параметра	Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, для ИТ14.33.000-Х4XXX при установленном начальном зазоре ( $1,5 \pm 0,1$ ) мм при ширине гребня от 8 до 18 мм (образец из стали - гребень)												
	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
$L_{обi}$ , мм													
$L_{измi}$ , мм													
$\gamma L_i$ , %													
$I_{измi}$ , мА													
$L_{измi}$ , мм													
$\Delta_{li}$ , мм													

*Продолжение таблицы 8*

Обозначение параметра	Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, для ИТ14.33.000-Х4XXX										
	при установленном начальном зазоре $(1,5 \pm 0,1)$ мм										
	при ширине гребня свыше 18 до 27 мм (образец из стали - гребень)										
-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	
$L_{obi}$ , мм											
$L_{izmi}$ , мм											
$\gamma L_i$ , %											
$I_{izmi}$ , мА											
$L_{Iizmi}$ , мм											
$\Delta_{li}$ , мм											

*Продолжение таблицы 8*

Обозначение параметра	Рекомендуемое значение расстояния $L_i$ , мм, для ИТ14.33.000-Х4XXX									
	при установленном начальном зазоре $(1,5 \pm 0,1)$ мм									
	при ширине гребня свыше 27 до 35 мм (образец из стали - гребень)									
-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20		
$L_{obi}$ , мм										
$L_{izmi}$ , мм										
$\gamma L_i$ , %										
$I_{izmi}$ , мА										
$L_{Iizmi}$ , мм										
$\Delta_{li}$ , мм										

*Примечание:*

$L_{obi}$  –  $i$ -е заданное значение расстояния, вычисленное по формуле (15);

$L_{izmi}$  –  $i$ -е значение расстояния, измеренное системой;

$\gamma L_i$  –  $i$ -е значение основной приведенной погрешности системы при измерении расстояния, вычисленное по формуле (16);

$I_{izmi}$  –  $i$ -е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260;

$L_{Iizmi}$  –  $i$ -е значение расстояния, измеренное системой по токовому выходу ДТЛ, вычисленное по формуле (5);

$\Delta_{li}$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении расстояния по токовому выходу ДТЛ, вычисленное по формуле (8).

10.3.3.10 Если диапазон измерения расстояния, настроенный на токовый выход, меньше диапазона, указанного в таблице 8, то в таблицу 8 внести соответствующие точки контроля (за «нулевую точку» выбрать середину диапазона измерения расстояния, настроенного на токовый выход, за крайние точки принять границы указанного диапазона и т.д. по аналогии с таблицей 8). Проверку основной абсолютной погрешности системы при измерении расстояния по токовому выходу ДТЛ вне указанного диапазона не проводить.

10.3.3.11 Основную абсолютную погрешность системы при измерении расстояния по токовому выходу ДТЛ  $\Delta_{li}$  вычислить по формуле (8) по данным из таблицы 8. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 8 в зависимости от настройки ДТЛ.

10.3.3.12 Выполнить 10.3.3.5-10.3.3.11 для всех заданных значений расстояний  $L_{obi}$ , указанных в таблице 8.

10.3.3.13 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

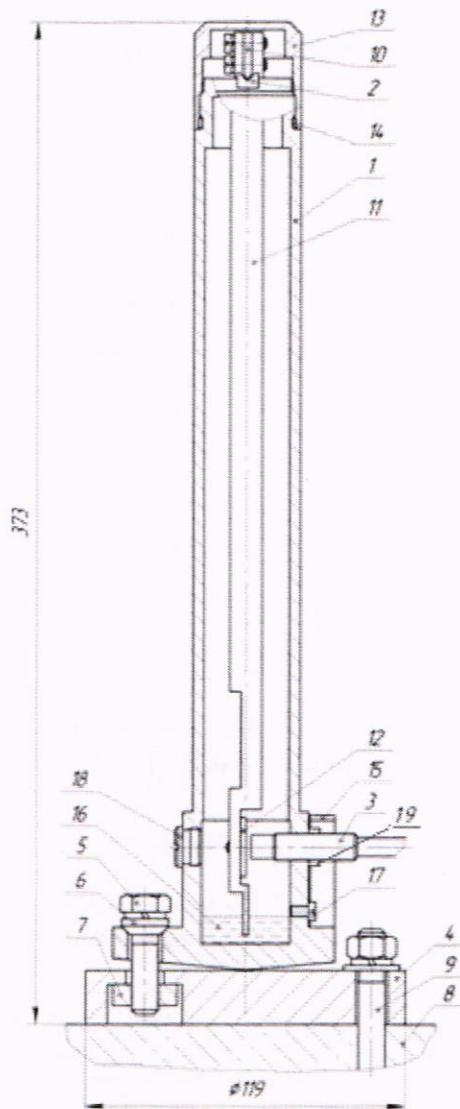
- основная приведенная погрешность системы при измерении расстояния датчиком токовихревым линейным ИТ14.33.000 удовлетворяет перечислению 23 таблицы 24;

- основная абсолютная погрешность системы при измерении расстояния по токовому выходу ДТЛ удовлетворяет предельному значению, вычисленному по формуле (48).

#### 10.4 Проверка диапазона измерений уклона, основной приведенной погрешности системы при измерении уклона

10.4.1 При наличии токового выхода ПТВ подключить к клеммам «I<sub>out</sub>» и «I<sub>ret</sub>» через резистор С2-23-0,125-300 Ом калибратор-измеритель ИКСУ-260, установленный в режим измерения постоянного тока.

10.4.2 С помощью анкерных болтов (9) (см. рисунок 7) установить УИУ на приспособление для задания уклона ИТ31.13.100, пример которого приведен на рисунке 8, при этом расстояние от индикатора часового типа ИЧ 50 (7) до опоры (5) должно быть  $(1000 \pm 1)$  мм.



1—корпус УИУ; 2—опора маятника; 3—датчик токовихревой ИТ12.30.000; 4—основание; 5—болт M10×38; 6—шайба; 7—закладная гайка; 8—объект контроля; 9—анкерный болт; 10—опорный нож; 11—стержень; 12—диск; 13—крышка УИУ; 14—уплотнительное кольцо; 15—скоба; 16—масло; 17—винт контроля уровня масла; 18—технологическая заглушка; 19—гайка с контровочной шайбой

Рисунок 7 – Конструкция и габаритные размеры УИУ

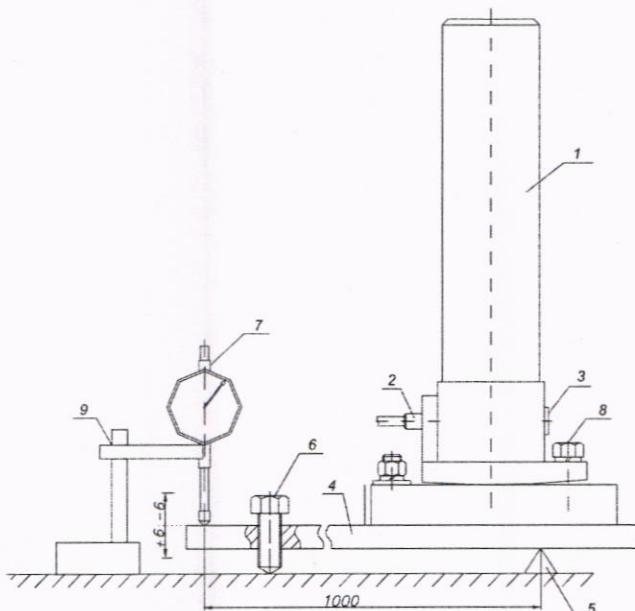
10.4.3 Выровнять балку (4) по горизонтали с допуском  $\pm 0,5$  град с использованием уровня УС5-2-II.

10.4.4 Вращением болтов (8) выставить нулевое значение начального уклона  $L_h$  по показаниям системы (по числовому транспаранту на мониторе ПК).

10.4.5 Вращением регулировочного болта (6) установить балку (4) в положение, обеспечивающее первое рекомендуемое значение уклона  $L_i$  из таблицы 9, отсчитываемое от значения начального уклона  $L_h$ . Перемещение конца балки  $L_{зади}$  контролировать с помощью индикатора часового типа ИЧ 50 (7). Значение уклона, измеренное системой,  $L_{уки}$  (по числовому транспаранту на мониторе ПК) записать в соответствующую строку таблицы 9.

Примечание – Значение уклона со знаком «минус», отсчитываемое от значения начального уклона  $L_h$ , указывает на приближение диска маятника к торцу датчика.

10.4.6 Для ПТВ с токовым выходом измерить калибратором-измерителем ИКСУ-260 значение выходного тока  $I_{измi}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 9.



1-УИУ; 2-датчик токовихревой ИТ12.30.000; 3-технологическая заглушка; 4-балка; 5-опора; 6-регулировочный болт; 7-индикатор часового типа ИЧ 50; 8-болт M10×38; 9-стойка (поз. 4, 5, 6 из состава ИТ31.13.100)

Рисунок 8 – Пример приспособления для задания уклона

Таблица 9 – Определение основной приведенной погрешности системы при измерении уклона, основной абсолютной погрешности системы при измерении уклона по токовому выходу ПТВ

Обозначение параметра	Рекомендуемое значение уклона от середины диапазона до диска маятника $L_i$ , мм/м, при начальном уклоне 0 мм/м				
	-4	-2	0	2	4
$L_{зади}$ , мм/м					
$L_{уки}$ , мм/м					
$\gamma L_i$ , %					
$I_{измi}$ , мА					
$L_{lyi}$ , мм/м					
$\Delta l_i$ , мм/м					

Примечание:

$L_{зади}$  –  $i$ -е заданное значение уклона, определенное по показаниям индикатора часового типа ИЧ 50;

$L_{уки}$  –  $i$ -е значение уклона, измеренное системой;

$\gamma L_i$  –  $i$ -е значение основной приведенной погрешности системы при измерении уклона, вычисленное по формуле (16);

$I_{uzmi}$  –  $i$ -е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260;

$L_{lyi}$  –  $i$ -е значение уклона, измеренное системой по токовому выходу ПТВ, вычисленное по формуле (5);

$\Delta_{Ii}$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении уклона по токовому выходу ПТВ, вычисленное по формуле (8).

10.4.7 Основную приведенную погрешность системы при измерении уклона  $\gamma L_i$  вычислить по формуле (16) по данным из таблицы 9. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 9.

10.4.8 Уклон, измеренный системой по токовому выходу ПТВ  $L_{lyi}$  вычислить по формуле (5) по данным из таблицы 9. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 9.

10.4.9 Если диапазон измерения уклона, настроенный на токовый выход, меньше диапазона, указанного в таблице 9, то в таблицу 9 внести соответствующие точки контроля (за «нулевую точку» выбрать середину диапазона измерения уклона, настроенного на токовый выход, за крайние точки принять границы указанного диапазона и т.д. по аналогии с таблицей 9). Проверку основной абсолютной погрешности системы при измерении уклона по токовому выходу ПТВ вне указанного диапазона не проводить.

10.4.10 Основную абсолютную погрешность системы при измерении уклона по токовому выходу ПТВ  $\Delta L_i$  вычислить по формуле (8) по данным из таблицы 9. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 9.

10.4.11 Выполнить 10.4.5-10.4.10 для всех рекомендуемых значений уклона  $L_i$ , указанных в таблице 9.

10.4.12 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

- основная приведенная погрешность системы при измерении уклона удовлетворяет перечислению 25 таблицы 24;

- основная абсолютная погрешность системы при измерении уклона по токовому выходу ПТВ удовлетворяет предельному значению, вычисленному по формуле (48).

## **10.5 Проверка диапазона измерений размаха виброперемещения и амплитуды гармоники виброперемещения, основной относительной (приведенной) погрешности системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармоники виброперемещения**

10.5.1 Проверка уровня шумов (нижней границы диапазона рабочих амплитуд)

10.5.1.1 Датчик токовыххревой ИТ12.30.000, ИТ12.30.000А проверяемого ПТВ снять с объекта контроля и установить на стенд ИТ21.

10.5.1.2 Установить значение начального зазора между торцом датчика и образцом, установленным на стенде ИТ21, в соответствии с таблицей 1 ИТ14РЭ.

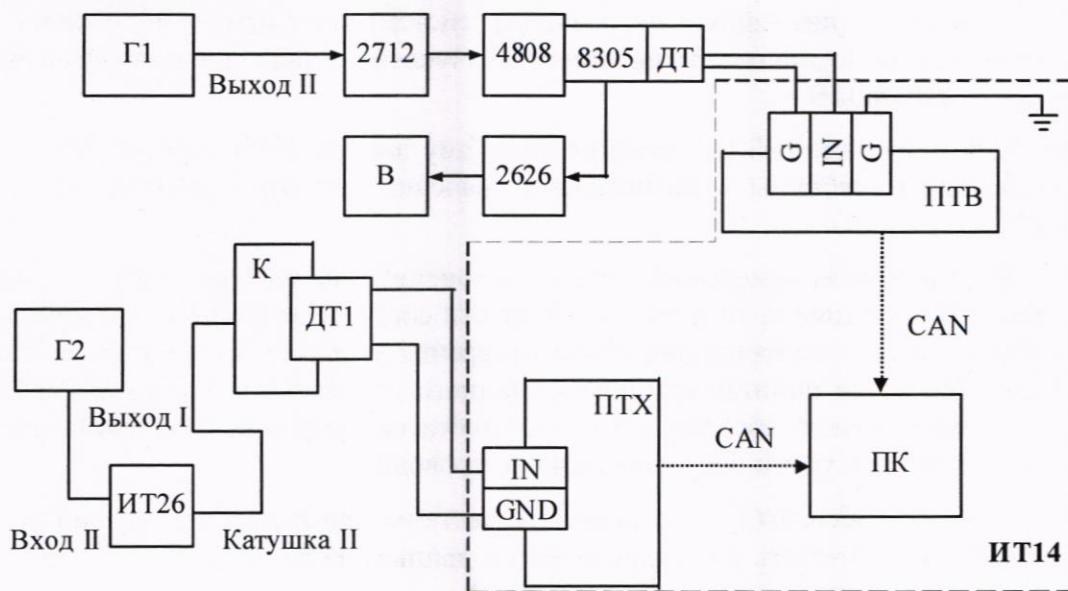
10.5.1.3 Измерить уровень шумов на выходе канала измерения размаха виброперемещения (по числовому транспаранту на мониторе ПК).

10.5.1.4 Система считается прошедшей проверку, если уровень шумов не более 0,1 от нижнего значения диапазона измерения размаха виброперемещения (см. таблицу 1 ИТ14РЭ).

10.5.2 Собрать схему проверки основной относительной (приведенной) погрешности системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармоники виброперемещения в рабочем диапазоне амплитуд, приведенную на рисунке 9. На мониторе ПК с по-

мощью программы «Монитор-конструктор» используя руководство пользователя ИТ.12005031 34 создать дополнительный монитор с числовыми транспарантами, отображающими результаты измерений амплитуд гармонических составляющих виброперемещения и частоты для каждого поверяемого канала системы.

10.5.3 Установить над рабочей поверхностью вибростенда 4808 на кронштейне датчик токовихревой ИТ12.30.000, ИТ12.30.000А из комплекта ПТВ, при этом кронштейн не должен быть механически связан с вибростендом 4808.



ПК – персональный компьютер; Г1, Г2–генератор сигналов Г3-110; 2712–усилитель мощности; 4808–вибростенд; 8305–эталонный вибропреобразователь ускорения; 2626–усилитель измерительный; В–вольтметр; ПТВ–проверяемый преобразователь токовихревой ИТ14.12.000; ДТ–датчик токовихревой ИТ12.30.000 из состава ПТВ; ИТ26–имитационная установка параметров виброперемещения; К–катушка имитатора виброперемещения установки ИТ26; ПТХ–преобразователь тахометрический ИТ14.14.000; ДТ1–датчик токовихревой ИТ12.30.000 из состава ПТХ

Рисунок 9 – Схема проверки основной относительной (приведенной) погрешности системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармоники виброперемещения

10.5.4 Установить начальный зазор между торцом датчика и образцом, установленным на вибростенде 4808, при помощи концевых мер длины (значение начального зазора для конкретного исполнения датчика ИТ12.30.000, ИТ12.30.000А подключенного к ПТВ, приведено в таблице 1 ИТ14РЭ).

10.5.5 При наличии токового выхода ПТВ подключить к клеммам «Iout» и «Iret» через резистор С2-23-0,125-300 Ом калибратор-измеритель ИКСУ-260, установленный в режим измерений постоянного тока.

10.5.6 Рекомендуемое СКЗ виброускорения Арекі, м/с<sup>2</sup>, вычислить по формуле

$$A_{peki} = \frac{L_{mpi} \cdot (2 \cdot \pi \cdot F_\kappa)^2}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^6} = 13,96 \cdot 10^{-6} \cdot L_{mpi} \cdot F_\kappa^2, \quad (17)$$

где  $L_{mp1}$  - i-е рекомендуемое значение размаха виброперемещения из таблицы 10, мкм;

$F_k$  - базовая частота задания СКЗ виброускорения, Гц.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 10.

10.5.7 Подать на вход II установки ИТ26 от генератора Г2 (выход I) сигнал с напряжением 2 В и периодом, соответствующим частоте  $F_k/K_g$ , Гц, где  $K_g$  - коэффициент кратности гармоники, равный 1; 2; 3 или 4.

10.5.8 На частоте  $F_k$  задать с помощью генератора Г1 (выход II) на вибростенде 4808 рекомендуемое СКЗ виброускорения  $A_{peki}$ , вычисленное по формуле (17), соответствующее первому рекомендуемому значению размаха виброперемещения  $L_{mpk}$  из таблицы 10 (диапазоны задания виброперемещения в таблице 10 приведены в зависимости от диаметра катушки датчика токовихревого ИТ12.30.000). Заданное СКЗ виброускорения  $A_{zadi}$  записать в соответствующую строку таблицы 10.

10.5.9 Измерить системой значение амплитуды гармоники виброперемещения  $L_{vcmi}$  (по числовому транспаранту на дополнительном мониторе) и значение размаха виброперемещения  $L_{nuki}$  (по числовому транспаранту поверяемого канала). Результаты записать в соответствующие строки таблицы 10.

10.5.10 Для ПТВ с токовым выходом измерить калибратором-измерителем ИКСУ-260 значение выходного тока  $I_{uzmi}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 10.

10.5.11 Заданный размах виброперемещения  $L_{zadi}$ , мкм, вычислить по формуле

$$L_{zadi} = \frac{A_{zadi} \cdot 10^6}{13,95 \cdot F_k^2}, \quad (18)$$

где  $A_{zadi}$  –  $i$ -е заданное СКЗ виброускорения,  $\text{м/с}^2$ ;

$F_k$  – базовая частота задания СКЗ виброускорения, Гц.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 10.

10.5.12 Основную относительную погрешность системы при измерении размаха виброперемещения  $\delta_{nuki}$ , %, основную приведенную погрешность системы при измерении размаха виброперемещения  $\delta_{Pnuki}$ , %, и основную относительную погрешность системы при измерении амплитуды гармоники виброперемещения  $\delta_{vcmi}$ , %, соответственно вычислить по формулам

$$\delta_{nuki} = \frac{L_{nuki} - L_{zadi}}{L_{zadi}} \cdot 100, \quad (19)$$

$$\delta_{Pnuki} = \frac{L_{nuki} - L_{VPI}}{L_{VPI}} \cdot 100, \quad (19a)$$

$$\delta_{vcmi} = \frac{2 \cdot L_{vcmi} - L_{zadi}}{L_{zadi}} \cdot 100, \quad (20)$$

где  $L_{nuki}$ , –  $i$ -е значение размаха виброперемещения, измеренное системой, мкм;

$L_{zadi}$  –  $i$ -е заданное значение размаха виброперемещения, вычисленное по формуле (18), мкм.

$L_{VPI}$  – диапазон измерений размаха виброперемещения, 50 мкм;

$L_{vcmi}$  –  $i$ -е значение амплитуды гармоники виброперемещения, измеренное системой, мкм.

Вычисленные значения записать в соответствующие строки таблицы 10.

10.5.13 Размах виброперемещения, измеренный системой по токовому выходу ПТВ  $L_{Inuki}$ , вычислить по формуле (5) по данным из таблицы 10. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 10.

10.5.14 Если диапазон измерения размаха виброперемещения, настроенный на токовый выход, меньше диапазона, указанного в таблице 10, то в таблицу 10 внести соответствующие точки контроля (точки контроля выбирать таким образом, чтобы крайние точки диапазона измерения размаха виброперемещения, настроенного на токовый выход, совпали с граничными точками контроля, а внутренние точки выбрать с примерно равным шагом). Проверку основной абсолютной погрешности системы при измерении размаха виброперемещения по токовому выходу ПТВ вне указанного диапазона не проводить.

Таблица 10 – Определение основной относительной погрешности при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармоники виброперемещения, основной абсолютной погрешности системы при измерении размаха виброперемещения по токовому выходу ПТВ

Обозначение параметра	Рекомендуемое значение размаха виброперемещения $L_{mpi}$ , мкм, при диаметре катушки датчика токовыххревого ИТ12.30.000														
	5 мм							8 мм							
	20	30	50	100	200	300	500	600	50	100	200	400	600	800	1000
$A_{рекi}$ , м/с <sup>2</sup>															
$A_{задi}$ , м/с <sup>2</sup>															
$L_{задi}$ , мкм															
$L_{всmi}$ , мкм															
$\delta_{всmi}$ , %															
$L_{тиki}$ , мкм															
$\delta_{тиki}$ , %															
$\delta_{Птиki}$ , %															
$I_{изmi}$ , мА															
$L_{Iniki}$ , мкм															
$\Delta_{li}$ , мкм															

*Продолжение таблицы 10*

Обозначение параметра	Рекомендуемое значение размаха виброперемещения $L_{mpi}$ , мкм, при диаметре катушки датчика токовыххревого ИТ12.30.000														
	10 мм							16 мм							
	50	200	400	600	800	1000	1200	50	100	400	800	1200	1600	2000	
$A_{рекi}$ , м/с <sup>2</sup>															
$A_{задi}$ , м/с <sup>2</sup>															
$L_{задi}$ , мкм															
$L_{всmi}$ , мкм															
$\delta_{всmi}$ , %															
$L_{тиki}$ , мкм															
$\delta_{тиki}$ , %															
$I_{изmi}$ , мА															
$L_{Iniki}$ , мкм															
$\Delta_{li}$ , мкм															

*Примечание:*

$A_{рекi}$  – i-е рекомендуемое СКЗ виброускорения, вычисленное по формуле (17);

$A_{задi}$  – i-е заданное СКЗ виброускорения;

$L_{задi}$  – i-е заданное значение размаха виброперемещения, вычисленное по формуле (18);

$L_{тиki}$  – i-е значение размаха виброперемещения, измеренное системой;

$L_{всmi}$  – i-е значение амплитуды гармоники виброперемещения, измеренное системой;

$\delta_{всmi}$  – i-е значение основной относительной погрешности системы при измерении амплитуды гармоники виброперемещения, вычисленное по формуле (20);

$\delta_{тиki}$  – i-е значение основной относительной погрешности системы при измерении размаха виброперемещения, вычисленное по формуле (19);

$\delta_{Птиki}$  – i-е значение основной приведенной погрешности системы при измерении размаха виброперемещения, вычисленное по формуле (19а);

$I_{изmi}$  – i-е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260;

$L_{Iniki}$  – i-е значение размаха виброперемещения, измеренное системой по токовому выходу ПТВ, вычисленное по формуле (5);

$\Delta_{li}$  – i-е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении размаха виброперемещения по токовому выходу ПТВ, вычисленное по формуле (8).

10.5.15 Основную абсолютную погрешность системы при измерении размаха виброперемещения по токовому выходу ПТВ  $\Delta_i$  вычислить по формуле (8) по данным из таблицы 10. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 10.

10.5.16 Выполнить 10.5.8-10.5.15 для всех рекомендуемых значений размаха виброперемещения  $L_{mipi}$ , указанных в таблице 10.

10.5.17 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

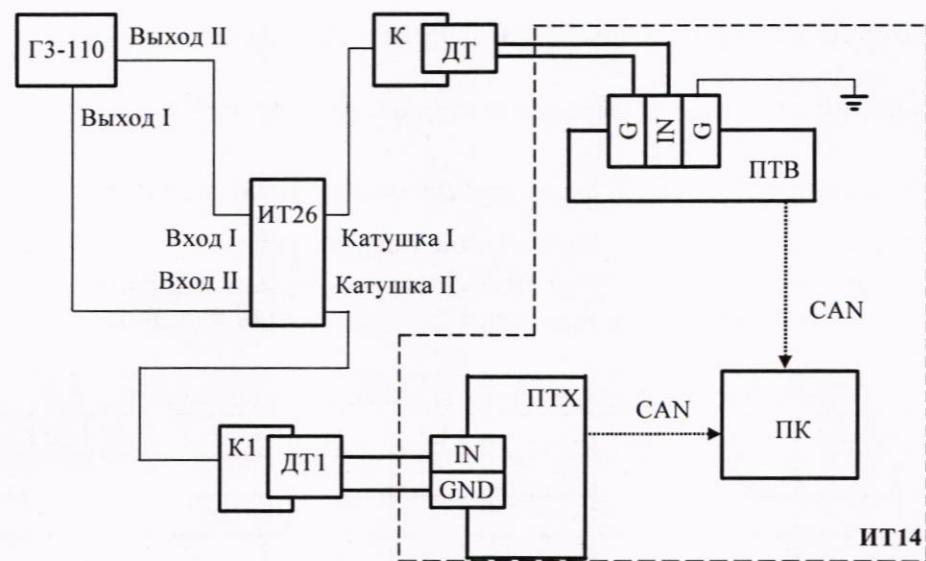
- основная относительная погрешность системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармоники виброперемещения в рабочем диапазоне амплитуд удовлетворяет перечислению 10 таблицы 24 (перечислению 9 таблицы 24 в диапазоне от 0 до 500 мкм);

- основная абсолютная погрешность системы при измерении размаха виброперемещения по токовому выходу ПТВ удовлетворяет предельному значению, вычисленному по формуле (48).

## 10.6 Проверка диапазона рабочих частот, основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты гармонических составляющих виброперемещения, неравномерности частотной характеристики системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармоники виброперемещения

10.6.1 Собрать схему проверки неравномерности частотной характеристики системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармоники виброперемещения, приведенную на рисунке 10.

10.6.2 Накрутить без усилия до легкого упора на датчики токовихревые ИТ12.30.000 в зависимости от их исполнения катушки имитационные № 5, № 8, № 10 или № 16 в соответствии с ИТ26РЭ. После этого катушку, накрученную на датчик токовихревой ИТ12.30.000 из состава ПТВ, и катушку, накрученную на датчик токовихревой ИТ12.30.000 из состава ПТХ, соединить кабелем с установкой ИТ26.



ПК – персональный компьютер; ГЗ-110–генератор сигналов; ПТВ–проверяемый преобразователь токовихревой ИТ14.12.000; ДТ–датчик токовихревой ИТ12.30.000 из состава ПТВ; ИТ26–имитационная установка параметров виброперемещения; К, К1–катушки имитатора виброперемещения установки ИТ26; ПТХ–преобразователь тахометрический ИТ14.14.000; ДТ1–датчик токовихревой ИТ12.30.000 из состава ПТХ

Рисунок 10 – Схема проверки неравномерности частотной характеристики системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармоники виброперемещения

10.6.3 На генераторе сигналов ГЗ-110 установить следующие режимы работы:

- режим «АРУ» отключен (кнопка «АРУ» отжата);
- режим «2 В» отключен (кнопка «2 В» отжата);
- режим плавной перестройки частоты отключен (кнопка «0» нажата).

10.6.4 Подать на вход II установки ИТ26 от генератора сигналов ГЗ-110 (выход I) сигнал с напряжением 2 В.

10.6.5 Регулятором «НАЧАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ» установки ИТ26 по показаниям системы установить значение начального зазора для датчика токовихревого ИТ12.30.000 из комплекта ПТВ, приведенного в таблице 1 ИТ14РЭ.

10.6.6 Подать на вход I установки ИТ26 от генератора сигналов ГЗ-110 (выход II) синусоидальный сигнал с частотой, соответствующей первому значению задаваемой частоты виброперемещения  $F_{задi}$  из таблицы 11, и амплитудой, соответствующей значению размаха виброперемещения на уровне 0,1 от максимального значения размаха виброперемещения для данного типа датчика, указанного в таблице 1 ИТ14РЭ. Значение размаха виброперемещения установить по показаниям системы на мониторе ПК.

10.6.7 Измерить системой значение размаха виброперемещения  $L_{никi}$  (по числовому транспаранту на мониторе ПК), значение амплитуды гармоники виброперемещения  $L_{всми}$  и значение частоты виброперемещения  $F_{изми}$  (по числовым транспарантам на дополнительном мониторе ПК). Результаты записать в соответствующие строки таблицы 11.

10.6.8 Неравномерность частотной характеристики системы при измерении размаха виброперемещения  $\delta_{никi}$ , %, и основную относительную погрешность системы при измерении амплитуды гармоники виброперемещения  $\delta_{всми}$ , %, вычислить по формуле

$$\delta_{всм(ник)i} = \pm \left[ \frac{L_{всм(ник)i} - L_{всм(ник)Fk}}{L_{всм(ник)Fk}} \right] \cdot 100, \quad (21)$$

где  $L_{всм(ник)Fk}$  – значение амплитуды гармоники виброперемещения (размаха виброперемещения) на частоте  $F_k$ , мкм;

$L_{всм(ник)i}$  –  $i$ -е значение амплитуды гармоники виброперемещения (размаха виброперемещения), мкм.

Вычисленные значения записать в соответствующие строки таблицы 11.

Таблица 11 – Определение основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты гармонических составляющих виброперемещения, неравномерности частотной характеристики системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармоники виброперемещения

Параметр	Значение задаваемой частоты виброперемещения $F_{задi}$ , Гц									
	5	10	20	40	80	160	315	400	500	600
$F_{изми}$ , Гц										
$\Delta F_i$ , Гц										
$L_{всми}$ , мкм										
$\delta_{всми}$ , %										
$L_{никi}$ , мкм										
$\delta_{никi}$ , %										

Примечание:

$F_{изми}$  –  $i$ -е значение частоты виброперемещения, измеренное системой;

$\Delta F_i$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты, вычисленное по формуле (22);

$L_{всми}$  –  $i$ -е значение амплитуды гармоники виброперемещения, измеренное системой;

$\delta_{\text{всм}i}$  –  $i$ -е значение неравномерности частотной характеристики системы при измерении амплитуды гармоники виброперемещения в рабочем диапазоне частот, вычисленное по формуле (21);

$L_{\text{пик}i}$  –  $i$ -е значение размаха виброперемещения, измеренное системой;

$F_{\text{пик}i}$  –  $i$ -е значение неравномерности частотной характеристики системы при измерении размаха виброперемещения, вычисленное по формуле (21).

10.6.9 Основную абсолютную погрешность системы при измерении частоты  $\Delta F_i$ , Гц, вычислить по формуле

$$\Delta F_i = F_{\text{изм}i} - F_{\text{зад}i}, \quad (22)$$

где  $F_{\text{изм}i}$  –  $i$ -е значение частоты виброперемещения, измеренное системой, Гц;

$F_{\text{зад}i}$  –  $i$ -е значение задаваемой частоты виброперемещения, Гц.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 11.

10.6.10 Выполнить 6-10.6.9 для всех значений задаваемой частоты виброперемещения  $F_{\text{зад}i}$ , указанных в таблице 11.

10.6.11 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

- неравномерность частотной характеристики системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармоники виброперемещения удовлетворяет перечислению 12 таблицы 24;

- основная абсолютная погрешность системы при измерении частоты гармонических составляющих виброперемещения удовлетворяет перечислению 13 таблицы 24.

## 10.7 Проверка диапазона измерений величины «искривления ротора», неравномерности частотной характеристики системы при измерении величины «искривления ротора», основной относительной погрешности системы при измерении величины «искривления ротора»

10.7.1 Проверка уровня шумов (нижней границы диапазона рабочих амплитуд)

10.7.1.1 Датчик токовихревой ИТ12.30.000 проверяемого ПТВ снять с объекта контроля и установить на стенд ИТ21.

10.7.1.2 Установить в соответствии с таблицей 2 ИТ14РЭ значение начального зазора между торцом датчика и образцом, установленным на стенде ИТ21.

10.7.1.3 Измерить уровень шумов на выходе канала измерения величины «искривления ротора» (по числовому транспаранту на мониторе ПК).

10.7.1.4 Система считается прошедшей проверку, если уровень шумов не более 0,1 нижнего значения диапазона измерения величины «искривления ротора» (см. таблицу 2 ИТ14РЭ).

10.7.2 Установить датчик токовихревой ИТ12.30.000 с образцом из стали требуемой марки на стенд ИТ21 в соответствии с ИТ21РЭ.

10.7.3 При наличии токового выхода ПТВ подключить к клеммам «Iout» и «Iret» через резистор С2-23-0,125-300 Ом калибратор-измеритель ИКСУ-260, установленный в режим измерения постоянного тока.

10.7.4 Установить в соответствии с таблицей 2 ИТ14РЭ значение начального зазора между торцом датчика и образцом, установленным на стенде ИТ21.

10.7.5 Дождаться установления результата измерения величины «искривления ротора» в течение не менее 1 мин.

10.7.6 Установить значение величины «искривления ротора», равное первому рекомендуемому значению величины «искривления ротора»  $L_i$  из таблицы 12. Для этого вра-

щением микрометрического винта стенда ИТ21 сначала изменить положение датчика относительно контролируемого образца на величину  $L_i/2$ , а затем на величину  $L_i$  в обратную сторону. Изменение положения датчика относительно контролируемого образца должно происходить в течение не более 55 с момента обновления показаний, при этом время изменения положения контролировать по часам с секундной стрелкой или секундомеру.

10.7.7 Дождаться установления результата измерения величины «искривления ротора» примерно равного заданному значению величины «искривления ротора»  $L_{зади}$ . Значение величины «искривления ротора», измеренное системой,  $L_{измi}$  (по числовому транспаранту на мониторе ПК) записать в соответствующую строку таблицы 12.

10.7.8 Для ПТВ с токовым выходом измерить калибратором-измерителем ИКСУ-260 значение выходного тока  $I_{измi}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 12.

10.7.9 Основную относительную погрешность системы при измерении величины «искривления ротора»  $\delta_{искi}$ , %, вычислить по формуле

$$\delta_{искi} = \frac{L_{измi} - L_{зади}}{L_{зади}} \cdot 100, \quad (23)$$

где  $L_{измi}$  –  $i$ -е значение величины «искривления ротора», измеренное системой, мкм;

$L_{зади}$  –  $i$ -е заданное значение величины «искривления ротора», мкм.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 12.

10.7.10 Величину «искривления ротора», измеренную системой по токовому выходу ПТВ,  $L_{измi}$  мкм, вычислить по формуле (5) по данным из таблицы 12. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 12.

10.7.11 Если диапазон измерения величины «искривления ротора», настроенный на токовый выход, меньше диапазона, указанного в таблице 12, то в таблицу 12 внести соответствующие точки контроля (точки контроля выбирать таким образом, чтобы крайние точки диапазона измерения величины «искривления ротора», настроенного на токовый выход, совпадали с граничными точками контроля, а внутренние точки выбрать с примерно равным шагом). Проверку основной абсолютной погрешности системы при измерении величины «искривления ротора» по токовому выходу ПТВ вне указанного диапазона не проводить.

10.7.12 Основную абсолютную погрешность системы при измерении величины «искривления ротора» по токовому выходу ПТВ  $\Delta_{ji}$  вычислить по формуле (8) по данным из таблицы 12. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 12.

10.7.13 Выполнить 10.7.6-10.7.12 для всех рекомендуемых значений величины «искривления ротора»  $L_i$ , указанных в таблице 12.

Таблица 12 – Определение неравномерности частотной характеристики системы при измерении величины «искривления ротора», основной абсолютной погрешности системы при измерении величины «искривления ротора» по токовому выходу ПТВ

Обозна- чение па- раметра	Рекомендуемое значение величины «искривления ротора» $L_i$ , мкм, при диаметре катушки датчика токовыххревого ИТ12.30.000												
	5 мм						8 мм						
	20	100	200	300	400	500	600	20	100	300	500	600	800
$L_{зади}$ , мкм													
$L_{измi}$ , мкм													
$\delta_{искi}$ , %													
$I_{измi}$ , мА													
$L_{измi}$ , мкм													
$\Delta_{ji}$ , мкм													

Продолжение таблицы 12

Обозна- чение па- раметра	Рекомендуемое значение величины «искривления ротора» $L_i$ , мкм, при диаметре катушки датчика токовыххревого ИТ12.30.000												
	10 мм							16 мм					
	20	200	400	600	800	1000	1200	20	100	400	800	1200	1600
$L_{зади}$ , мкм													
$L_{измi}$ , мкм													
$\delta_{искi}$ , %													
$I_{измi}$ , мА													
$L_{Iизмi}$ , мкм													
$\Delta_{Ii}$ , мкм													

Примечание:

$L_{задi}$  –  $i$ -е заданное значение величины «искривления ротора»;

$I_{измi}$  –  $i$ -е значение величины «искривления ротора», измеренное системой;

$\delta_{искi}$  –  $i$ -е значение неравномерности частотной характеристики системы при измерении величины «искривления ротора», вычисленное по формуле (23);

$\Delta_{Iдопi}$ , мкм – допустимая абсолютная погрешность измерения величины «искривления ротора» по токовому выходу, которая вычисляется по формуле

$$\Delta_{Iдопi} = 1,1 \cdot \sqrt{(0,005 \cdot L_I)^2 + (0,04 \cdot L_{измi})^2 + 5^2}, \quad (23.a)$$

где  $L_I$  – диапазон измерения по токовому выходу;

$I_{измi}$  –  $i$ -е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260;

$L_{Iизмi}$  –  $i$ -е значение величины «искривления ротора», измеренное системой по токовому выходу ПТВ, вычисленное по формуле (5);

$\Delta_{Ii}$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении величины «искривления ротора» по токовому выходу ПТВ, вычисленное по формуле (8).

10.7.14 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

- основная относительная погрешность системы при измерении величины «искривления ротора» удовлетворяет перечислению 17 таблицы 25;

- основная абсолютная погрешность системы при измерении величины «искривления ротора» по токовому выходу ПТВ удовлетворяет предельному значению, вычисленному по формуле (48).

## 10.8 Проверка диапазона измерений частоты вращения вала, основной абсолютной и основной относительной погрешности системы при измерении частоты вращения вала

10.8.1 При наличии токового выхода ПТХ подключить к клеммам «Iout» и «Iret» через резистор С2-23-0,125-300 Ом калибратор-измеритель ИКСУ-260, установленный в режим измерения постоянного тока.

10.8.2 Накрутить на датчик токовыххревой ИТ12.30.000 имитационную катушку соответствующего номера из комплекта установки ИТ26 в соответствии с ИТ26РЭ.

10.8.3 Рекомендуемую частоту следования меток на валу  $F_{peki}$ , Гц, вычислить по формуле

$$F_{peki} = \frac{V_{peki} \cdot N_m}{S_c \cdot 60}, \quad (24)$$

где  $V_{peki}$  –  $i$ -е значение рекомендуемой частоты вращения вала из таблицы 13, об/мин;

$N_m$  – количество меток на валу;

$S_c$  – передаточное число.

10.8.4 Подать от генератора Г3-110 сигнал амплитудой 2 В с заданной частотой следования меток на валу  $F_{зади}$  равной значению рекомендуемой частоты следования меток на валу  $F_{реки}$ , вычисленной по формуле (24). Значение заданной частоты следования меток на валу  $F_{зади}$  записать в соответствующую строку таблицы 13.

10.8.5 Значение частоты вращения вала  $V_{изми}$ , измеренное системой (по числовому транспаранту на мониторе ПК), записать в соответствующую строку таблицы 13.

10.8.6 Для ПТХ с токовым выходом измерить калибратором-измерителем ИКСУ-260 значение выходного тока  $I_{изми}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 13.

10.8.7 Заданную частоту вращения вала  $V_{зади}$ , об/мин, вычислить по формуле

$$V_{зади} = \frac{F_{зади} \cdot 60 \cdot S_c}{N_m}, \quad (25)$$

где  $F_{зади}$  –  $i$ -е значение заданной частоты следования меток на валу из таблицы 13, Гц;

$S_c$  – передаточное число;

$N_m$  – количество меток на валу.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 13.

10.8.8 Основную абсолютную погрешность системы при измерении частоты вращения вала в диапазоне от 0,6 до 5000,0 об/мин  $\Delta V_i$ , об/мин, вычислить по формуле

$$\Delta V_i = V_{изми} - V_{зади}, \quad (26)$$

где  $V_{изми}$  –  $i$ -е значение частоты вращения вала, измеренное системой, об/мин;

$V_{зади}$  –  $i$ -е значение заданной частоты вращения вала, вычисленное по формуле (25), об/мин.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 13.

10.8.9 Основную относительную погрешность системы при измерении частоты вращения вала в диапазоне от 5000 до 50000 об/мин  $\delta V_i$ , %, вычислить по формуле

$$\delta V_i = \frac{V_{изми} - V_{зади}}{V_{зади}} \cdot 100, \quad (27)$$

где  $V_{изми}$  –  $i$ -е значение частоты вращения вала, измеренное системой, об/мин;

$V_{зади}$  –  $i$ -е значение заданной частоты вращения вала, вычисленное по формуле (25), об/мин.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 13.

Таблица 13 – Определение основной абсолютной и основной относительной погрешности системы при измерении частоты вращения вала, основной приведенной погрешности системы при измерении частоты вращения вала по токовому выходу ПТХ

Обозначение параметра	Значение рекомендуемой частоты вращения вала $V_{реки}$ , об/мин									
	0,6	500	1500	3000	5000	10000	20000	30000	40000	50000
$F_{зади}$ , Гц										
$V_{изми}$ , об/мин										
$I_{изми}$ , мА										
$V_{зади}$ , об/мин										
$\Delta V_i$ , об/мин						-	-	-	-	-
$\delta V_i$ , %	-	-	-	-						
$V_{Iизми}$ , об/мин										
$\gamma V_{Ii}$ , %										

**Примечание:**

$V_{зади}$  –  $i$ -е значение заданной частоты следования меток на валу;

$V_{измi}$  –  $i$ -е значение частоты вращения вала, измеренное системой;

$I_{измi}$  –  $i$ -е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260;

$V_{зади}$  –  $i$ -е значение заданной частоты вращения вала, вычисленное по формуле (25);

$\Delta V_i$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты вращения вала в диапазоне от 0,6 до 5000,0 об/мин, вычисленное по формуле (26);

$\delta V_i$  –  $i$ -е значение основной относительной погрешности системы при измерении частоты вращения вала в диапазоне от 5000 до 50000 об/мин, вычисленное по формуле (27);

$V_{измi}$  –  $i$ -е значение частоты вращения вала, измеренное системой по токовому выходу ПТХ, вычисленное по формуле (5);

$\gamma V_i$  –  $i$ -е значение основной приведенной погрешности системы при измерении частоты вращения вала по токовому выходу ПТХ, вычисленное по формуле (28).

10.8.10 Частоту вращения вала, измеренную системой по токовому выходу ПТХ,  $V_{измi}$  вычислить по формуле (5) по данным из таблицы 13. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 13.

10.8.11 Если диапазон измерения частоты вращения вала по токовому выходу меньше, указанного в таблице 13, в таблицу 13 необходимо добавить значения, соответствующие границам измерения частоты вращения вала по токовому выходу и не менее трех точек измерения, равномерно распределенных внутри диапазона измерения частоты вращения вала по токовому выходу.

10.8.12 Основную приведенную погрешность системы при измерении частоты вращения вала по токовому выходу ПТХ  $\gamma V_i$ , %, вычислить по формуле

$$\gamma V_i = \frac{V_{измi} - V_{зади}}{V_{max}} \cdot 100, \quad (28)$$

где  $V_{измi}$  –  $i$ -е значение частоты вращения вала, измеренное системой по токовому выходу ПТХ, вычисленное по формуле (5), об/мин;

$V_{зади}$  –  $i$ -е значение заданной частоты вращения вала, вычисленное по формуле (25), об/мин;

$V_{max}$  – максимальное значение диапазона измерения частоты вращения вала, настроенного на токовый выход, об/мин.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 13.

10.8.13 Выполнить 10.8.3-10.8.12 для всех значений рекомендуемой частоты вращения вала  $V_{рекi}$ , указанных в таблице 13.

10.8.14 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

- основная абсолютная (относительная) погрешность системы при измерении частоты вращения вала удовлетворяет перечислению 29 таблицы 24;

- основная приведенная погрешность системы при измерении частоты вращения вала по токовому выходу ПТХ удовлетворяет предельному значению, вычисленному по формуле (46).

## 10.9 Проверка диапазона измерения сигналов от ТП, основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТП

10.9.1 Отсоединить ТП от системы и поверить в соответствии с их методикой поверки.

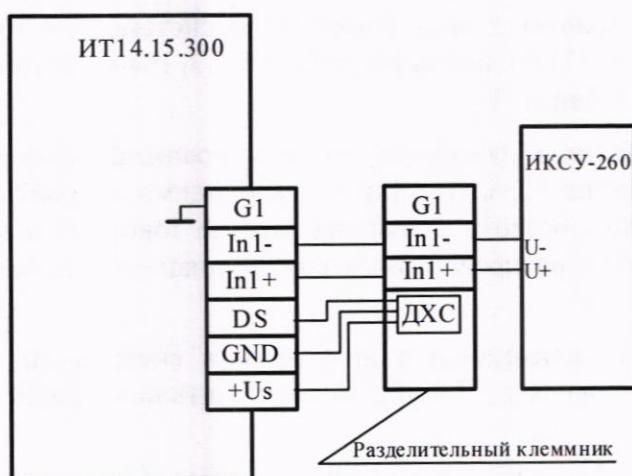
10.9.2 Задание сигналов от ТП допускается проводить двумя способами.

10.9.3 Первый способ задания сигналов от ТП

10.9.3.1 На вход проверяемого канала системы подключить вместо ТП калибратор-измеритель ИКСУ-260 через разделительный клеммник в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 11. Для подключения использовать кабель из комплекта калибратора-измерителя ИКСУ-260, соответствующий типу ТП проверяемого канала.

10.9.3.2 Установить калибратор-измеритель ИКСУ-260 в режим генерации термо-э.д.с. с учетом температуры холодного спая.

10.9.3.3 Заданное значение температуры  $T_{зади}$  из таблицы 14 определяется в зависимости от типа ТП и диапазона измерения температуры проверяемого канала. Число проверяемых точек диапазона измерения температуры должно быть не менее 5 для положительных значений температуры и не менее 5 для отрицательных значений температуры. Подать от калибратора-измерителя ИКСУ-260 значение термо-э.д.с.  $U_{зади}$ , соответствующее первому заданному значению температуры  $T_{зади}$  из таблицы 14.



ИТ14.15.300 – проверяемый модуль; ИКСУ-260 – калибратор-измеритель; ДХС – выносной датчик холодного спая ИТ12.38.000-01

Рисунок 11 – Схема проверки основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТП

Таблица 14 – Определение основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТП

Обозначение параметра	Заданное значение температуры в диапазоне от ... до ... °C				
	1	2	3	4	...
$T_{зади}, ^\circ C$					
$T_{измi}, ^\circ C$					
$\Delta_{TPi}, ^\circ C$					

Примечание:

$T_{зади}$  –  $i$ -е заданное значение температуры рабочего спая термопары;

$T_{измi}$  –  $i$ -е значение температуры, измеренное системой;

$\Delta_{TPi}$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТП, вычисленное по формуле (29).

#### 10.9.4 Второй способ задания сигналов от ТП

10.9.4.1 С помощью термометра ТЛ-4 измерить температуру холодного спая Тх.с. клемм для подключения ТП.

10.9.4.2 На вход проверяемого канала системы подключить вместо ТП калибратор-измеритель ИКСУ-260 через разделительный клеммник в соответствии со схемой, приведен-

ной на рисунке 8. Для подключения использовать кабель из комплекта калибратора-измерителя ИКСУ-260, предназначенный для генерации напряжения.

10.9.4.3 Установить калибратор-измеритель ИКСУ-260 в режим генерации напряжения.

10.9.4.4 Заданное значение температуры  $T_{зади}$  из таблицы 14 определяется в зависимости от типа ТП и диапазона измерения температуры проверяемого канала. Число проверяемых точек диапазона измерения температуры должно быть не менее 5 для положительных значений температуры и не менее 5 для отрицательных значений температуры. Подать от калибратора-измерителя ИКСУ-260 значение напряжения  $U_{зади}$ , определенное по ГОСТ Р 8.585 как значение термо-э.д.с. для конкретного типа ТП, соответствующее разнице между первым заданным значением температуры  $T_{зади}$  из таблицы 14 и значением температуры холодного спая  $T_{х.с.}$ , измеренным термометром ТЛ-4.

10.9.5 Измерить системой значение температуры  $T_{изм_i}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 14.

10.9.6 Основную абсолютную погрешность системы при измерении сигналов от ТП  $\Delta_{ТПi}$ , °C, вычислить по формуле

$$\Delta_{ТПi} = T_{изм_i} - T_{зади}, \quad (29)$$

где  $T_{изм_i}$  –  $i$ -е значение температуры, измеренное системой, °C;

$T_{зади}$  –  $i$ -е заданное значение температуры, °C.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 14.

Примечание – Основную абсолютную погрешность системы при измерении температуры с помощью ТП  $\Delta_{ТПΣi}$ , °C, можно вычислить по формуле

$$\Delta_{ТПΣi} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{ТПi}^2 + \Delta_{Д}^2}, \quad (30)$$

где  $\Delta_{ТПi}$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТП (без учета погрешности ТП), вычисленное по формуле (29), °C;

$\Delta_{Д}$  – значение основной абсолютной погрешности ТП, °C.

10.9.7 При первом способе задания сигналов от ТП выполнить 10.9.3.3, 10.9.5, 10.9.6 для всех заданных значений температур  $T_{зади}$  из таблицы 14.

10.9.8 При втором способе задания сигналов от ТП выполнить 10.9.4.4, 10.9.5, 10.9.6 для всех заданных значений температур  $T_{зади}$  из таблицы 14.

10.9.9 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если основная абсолютная погрешность системы при измерении сигналов от ТП удовлетворяет перечислению 31 таблицы 24.

## 10.10 Проверка диапазона измерения сигналов от ТС, основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТС

10.10.1 Отсоединить ТС от системы и поверить по ГОСТ 8.461.

10.10.2 На вход проверяемого канала системы подключить вместо ТС магазин сопротивлений МС3055 в соответствии со схемой электрической соединений Э4 и/или схемой электрической общей Э6.

10.10.3 Заданное значение температуры  $T_{зади}$  из таблицы 15 определяется в зависимости от типа ТС и диапазона измерения температуры проверяемого канала. Число проверяемых точек диапазона измерения температуры должно быть не менее 5 для положительных значений температуры и не менее 5 для отрицательных значений температуры. Определить по ГОСТ 6651 коэффициент  $W_{зади}$ , соответствующий первому заданному значению температуры  $T_{зади}$  из таблицы 15.

10.10.4 Сопротивление, соответствующее заданной температуре  $R_{зади}$ , Ом, вычислить по формуле

$$R_{зади} = R_0 \cdot W_{зади}, \quad (31)$$

где  $R_0$  – значение сопротивления при 0 °C, приведенное в паспорте на ТС (заведено в конфигурацию системы), Ом;

$W_{зади}$  –  $i$ -е значение коэффициента, определенное по ГОСТ 6651.

Примечание – Допускается пользоваться таблицами номинальных статических характеристик по ГОСТ 6651.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 15.

10.10.5 Установить на магазине сопротивлений МС3055 сопротивление  $R_{зади}$ , вычисленное по формуле (31).

10.10.6 Измерить системой значение температуры  $T_{изм}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 15.

Таблица 15 – Определение основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТС

Обозначение параметра	Заданное значение температуры в диапазоне от ... до ... °C				
	1	2	3	4	...
$T_{зади}$ , °C					
$R_{зади}$ , Ом					
$T_{изм}$ , °C					
$\Delta_{TCi}$ , °C					

Примечание:

$T_{зади}$  –  $i$ -е заданное значение температуры;

$R_{зади}$  –  $i$ -е заданное значение сопротивления, соответствующее заданному значению температуры, вычисленное по формуле (31);

$T_{изм}$  –  $i$ -е значение температуры, измеренное системой;

$\Delta_{TCi}$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении сигналов от ТС, вычисленное по формуле (29).

10.10.7 Основную абсолютную погрешность системы при измерении сигналов от ТС  $\Delta_{TCi}$  вычислить по формуле (29) по данным из таблицы 15, при этом  $\Delta_{Tpi}$  заменить на  $\Delta_{TCi}$ . Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 15.

Примечание – Основную абсолютную погрешность системы при измерении температуры с помощью ТС  $\Delta_{TCSi}$  можно вычислить по формуле (30) по данным из таблицы 15, при этом  $\Delta_{Tpi}$  заменить на  $\Delta_{TCi}$ .

10.10.8 Выполнить 10.10.3-10.10.7 для всех заданных значений температур  $T_{зади}$  из таблицы 15.

10.10.9 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если основная абсолютная погрешность системы при измерении сигналов от ТС удовлетворяет перечислению 33 таблицы 24.

## 10.11 Проверка диапазона измерений тока, основной приведенной погрешности системы при измерении тока

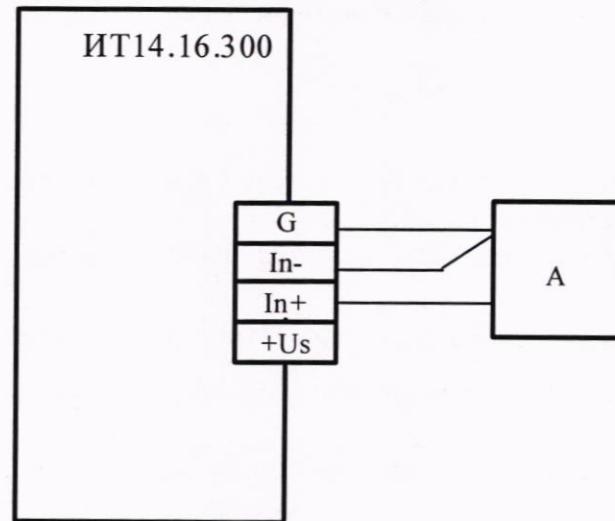
10.11.1 На вход проверяемого канала системы подключить вместо датчика с токовым выходом калибратор-измеритель ИКСУ-260 в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 9. В случае использования датчиков с токовым выходом в диапазоне от 4 до 20 мА и питанием от модуля по двухпроводной схеме на вход проверяемого канала системы подключ-

чить вместо датчика с токовым выходом калибратор-измеритель ИКСУ-260 в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 10.

10.11.2 При проверке системы по схеме, приведенной на рисунке 12, установить калибратор-измеритель ИКСУ-260 в режим генерации тока. При проверке системы по схеме, приведенной на рисунке 13, установить калибратор-измеритель ИКСУ-260 в режим измерения тока.

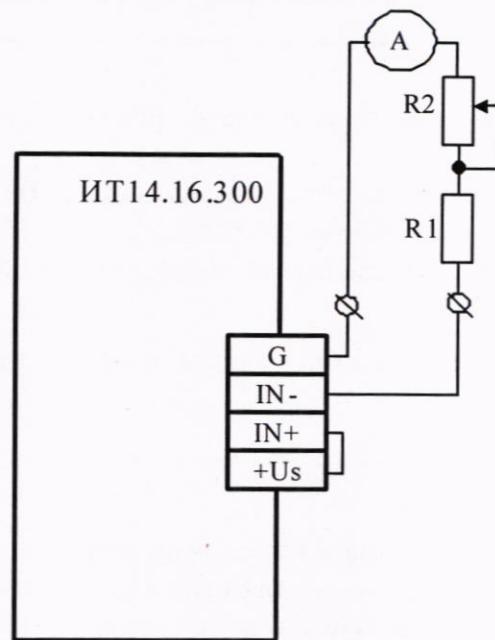
### ВНИМАНИЕ

Замыкание клемм для подключения датчика на схеме, приведенной на рисунке 10, может привести к выходу из строя модуль



ИТ14.16.300 – проверяемый модуль; А – калибратор-измеритель ИКСУ-260

Рисунок 12 – Схема проверки основной приведенной погрешности по токовому входу



ИТ14.16.300 – проверяемый модуль; А – калибратор-измеритель ИКСУ-260; R1 – резистор С2-23-0,5-560 Ом ±10 % или аналогичный; R2 - магазин сопротивлений МС3055 или аналогичный

Рисунок 13 – Схема проверки основной приведенной погрешности системы по токовому входу при использовании датчиков с токовым выходом в диапазоне от 4 до 20 мА и питанием от модуля по двухпроводной схеме

10.11.3 При проверке системы по схеме, приведенной на рисунке 12, подать от калибратора-измерителя ИКСУ-260 в зависимости от диапазона измерения тока по данному каналу ток  $I_{зади}$ , соответствующий первому заданному значению из таблицы 16. При проверке системы по схеме, приведенной на рисунке 13, изменяя сопротивление R2, задать и контролировать по калибратору-измерителю ИКСУ-260 ток  $I_{зади}$ , соответствующий первому заданному значению из таблицы 16.

10.11.4 Измеренное системой значение физической величины  $V_{измi}$  записать в соответствующую строку таблицы 16.

10.11.5 Измеренный системой ток, соответствующий измеренному системой значению физической величины,  $I_{измi}$ , мА, вычислить по формуле

$$I_{измi} = (V_{измi} - V_{min}) \cdot \frac{I_{max} - I_{min}}{V_{max} - V_{min}} + I_{min}, \quad (32)$$

где  $V_{max}$ ,  $V_{min}$  - максимальное и минимальное значения диапазона измерения физической величины (указаны в соответствующем паспорте);

$I_{max}$ ,  $I_{min}$  - максимальное и минимальное значения диапазона измерения тока, мА, соответствующие  $V_{max}$ ,  $V_{min}$ .

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 16.

Таблица 16 – Определение основной приведенной погрешности системы при измерении тока

Обозначение параметра	Заданное значение тока $I_{зади}$ , мА, в диапазоне от 0 до 5 мА						Заданное значение тока $I_{зади}$ , мА, в диапазоне от 0 до 20 мА						Заданное значение тока $I_{зади}$ , мА, в диапазоне от 4 до 20 мА					
	0	0,04	2	3	4	5	0	0,15	5	10	15	20	4	6	8	12	16	20
$V_{измi}$																		
$I_{измi}$ , мА																		

Примечание:

$V_{измi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение физической величины, соответствующее заданному значению тока;

$I_{измi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение тока, соответствующее измеренному системой значению физической величины, вычисленное по формуле (32);

$\gamma_i$  –  $i$ -е значение основной приведенной погрешности системы при измерении тока, вычисленное по формуле (33).

10.11.6 Основную приведенную погрешность системы при измерении тока  $\gamma_i$ , %, вычислить по формуле

$$\gamma_i = \frac{I_{измi} - I_{зади}}{I_{max} - I_{min}} \cdot 100, \quad (33)$$

где  $I_{max}$ ,  $I_{min}$  – максимальное и минимальное значения диапазона измерения тока, мА;

$I_{зади}$  –  $i$ -е заданное значение тока по показаниям калибратора-измерителя ИКСУ-260, мА;

$I_{измi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение тока, соответствующее измеренному системой значению физической величины, вычисленное по формуле (32), мА.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 16.

10.11.7 Выполнить 10.11.3-10.11.6 для всех заданных значений тока  $I_{зади}$ , указанных в таблице 16.

10.11.8 Система считается прошедшей проверку, если основная приведенная погрешность системы при измерении тока удовлетворяет перечислению 35 таблицы 24.

**10.12 Проверка диапазона измерений напряжения постоянного тока, основной приведенной погрешности системы при измерении напряжения постоянного тока**

10.12.1 На вход проверяемого канала системы вместо датчика с выходом по напряжению подключить калибратор-измеритель КИСС-03 в соответствии со схемой электрической соединений Э4 и/или схемой электрической общей Э6.

10.12.2 Установить калибратор-измеритель КИСС-03 в режим генерации напряжения.

10.12.3 Подать от калибратора-измерителя КИСС-03 в зависимости от диапазона измерений напряжения по проверяемому каналу напряжение  $U_{зади}$ , соответствующее первому заданному значению из таблицы 17.

10.12.4 Измеренное системой значение физической величины  $V_{измi}$  записать в соответствующую строку таблицы 17.

10.12.5 Измеренное системой напряжение, соответствующее измеренному системой значению физической величины,  $U_{измi}$ , В, вычислить по формуле

$$U_{измi} = (V_{измi} - V_{min}) \cdot \frac{U_{max} - U_{min}}{V_{max} - V_{min}} + U_{min}, \quad (34)$$

где  $V_{max}$ ,  $V_{min}$  – максимальное и минимальное значения диапазона измерений физической величины (указаны в соответствующем паспорте);

$U_{max}$ ,  $U_{min}$  – максимальное и минимальное значения диапазона измерений напряжения, В, соответствующие  $V_{max}$ ,  $V_{min}$ .

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 17.

Таблица 17 – Определение основной приведенной погрешности системы при измерении напряжения постоянного тока

Обозначение параметра	Заданное значение напряжения $U_{зади}$ , В, в диапазоне от 0 до 2,5 В						Заданное значение напряжения $U_{зади}$ , В, в диапазоне от 0 до 10 В					
	0	0,02	1	1,5	2	2,5	0	0,075	2	5	8	10
$V_{измi}$												
$U_{измi}$ , В												
$\gamma_{Ui}$ , %												

Продолжение таблицы 18

Обозначение параметра	Заданное значение напряжения $U_{зади}$ , В, в диапазоне от -10 до +10 В						Заданное значение напряжения $U_{зади}$ , В, в диапазоне от -17 до -1 В					
	-10	-5	-1	1	5	10	-17	6	-10	-7	-3	-1
$V_{измi}$												
$U_{измi}$ , В												
$\gamma_{Ui}$ , %												

Примечание:

$V_{измi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение физической величины, соответствующее заданному значению напряжения;

$U_{измi}$  –  $i$ -е измеренное значение напряжения постоянного тока, соответствующее измеренному системой значению физической величины, вычисленное по формуле (34);

$\gamma_{Ui}$  –  $i$ -е значение основной приведенной погрешности системы при измерении напряжения постоянного тока, вычисленное по формуле (35).

10.12.6 Основную приведенную погрешность системы при измерении напряжения постоянного тока  $\gamma_{Ui}$ , %, вычислить по формуле

$$\gamma_{Ui} = \frac{U_{измi} - U_{задi}}{U_{max} - U_{min}} \cdot 100, \quad (35)$$

где  $U_{max}$ ,  $U_{min}$  – максимальное и минимальное значения диапазона измерения напряжения, В;  $U_{задi}$  –  $i$ -е заданное значение напряжения по показаниям калибратора-измерителя КИСС-03, В;

$U_{измi}$  –  $i$ -е измеренное системой значение напряжения, соответствующее измеренному системой значению физической величины, вычисленное по формуле (34), В.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 17.

10.12.7 Выполнить 10.12.3-10.12.6 для всех заданных значений напряжения  $U_{задi}$ , указанных в таблице 17.

10.12.8 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если основная приведенная погрешность системы при измерении напряжения постоянного тока удовлетворяет перечислению 37 таблицы 24.

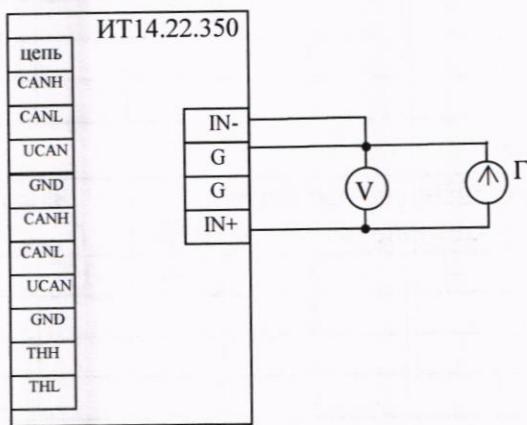
### 10.13 Проверка диапазона измерений напряжения переменного тока, диапазона рабочих частот, основной абсолютной погрешности, неравномерности частотной характеристики системы при измерении напряжения переменного тока

10.13.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 14.

10.13.2 На частоте 160 Гц задавать значения напряжения переменного тока из таблицы 18.

10.13.3 Измеренное системой значение физической величины  $V_{изм.i}$  записать в соответствующую строку таблицы 18.

10.13.4 Основную абсолютную погрешность системы при измерении напряжения переменного тока рассчитать по формуле (26), где  $V_{изм.i}$  –  $i$ -ое измеренное напряжение переменного тока, В;  $V_{зад.i}$  –  $i$ -ое заданное напряжение переменного тока, В.



ИТ14.22.350 – проверяемый модуль измерения напряжения переменного тока; В – вольтметр универсальный 34401А; Г – калибратор Н4-16

Рисунок 14 – Схема проверки системы при измерении напряжения переменного тока

Таблица 18 – Определение основной абсолютной погрешностей системы при измерении напряжения переменного тока

$U_{зад.i}$ , В	0,1	0,2	1	2	5	7
$U_{изм.i}$ , В						
$\Delta U_i$ , В						

Таблица 19 – Определение неравномерности частотной характеристики системы при измерении напряжения переменного тока

$F_{зад.i}$ , Гц	5	10	20	25	40	80	160	320	700	800	1000
$U_{изм.i}$ , В											
$\delta U_i$ , %											

10.13.5 При напряжении 2 В задавать значения частоты из таблицы 19.

10.13.6 Неравномерность частотной характеристики системы при измерении напряжения переменного тока рассчитать по формуле (27).

10.13.7 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

- основная абсолютная погрешность системы при измерении напряжения переменного тока удовлетворяет перечислению 40 таблицы 24;
- неравномерность частотной характеристики удовлетворяет перечислению 41 таблицы 24.

#### 10.14 Проверка диапазона измерений сопротивления, основной приведенной погрешности системы при измерении сопротивления

10.14.1 На вход проверяемого канала системы подключить магазин сопротивлений МС3055 в соответствии со схемой электрической соединений Э4 и/или схемой электрической общей Э6.

10.14.2 Установить на магазине сопротивлений МС3055 сопротивление  $R_{зад.i}$ , соответствующее первому заданному значению из таблицы 20.

10.14.3 Измеренное системой значение физической величины  $V_{изм.i}$  записать в соответствующую строку таблицы 20.

10.14.4 Измеренное системой сопротивление, соответствующее измеренному системой значению физической величины,  $R_{изм.i}$ , Ом, вычислить по формуле

$$R_{изм.i} = (V_{изм.i} - V_{min}) \cdot \frac{R_{max} - R_{min}}{V_{max} - V_{min}} + R_{min}, \quad (36)$$

где  $V_{max}$ ,  $V_{min}$  – максимальное и минимальное значения диапазона измерения физической величины (указаны в соответствующем паспорте);

$R_{max}$ ,  $R_{min}$  – максимальное и минимальное значения диапазона измерения сопротивления, Ом.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 20.

Таблица 20 – Определение основной приведенной погрешности системы при измерении сопротивления

Обозначение параметра	Заданное значение сопротивления $R_{зад.i}$ , Ом					
	10	50	100	500	750	990
$V_{изм.i}$						
$R_{изм.i}$ , Ом						
$\gamma_{Ri}$ , %						

Примечание:

$V_{изм.i}$  –  $i$ -е измеренное системой значение физической величины, соответствующее заданному значению сопротивления;

$R_{изм.i}$  –  $i$ -е измеренное системой значение сопротивления, соответствующее измеренному системой значению физической величины, вычисленное по формуле (36);

$\gamma_{Ri}$  –  $i$ -е значение основной приведенной погрешности системы при измерении сопротивления, вычисленное по формуле (37).

10.14.5 Основную приведенную погрешность системы при измерении сопротивления  $\gamma_{R_i}$ , %, вычислить по формуле

$$\gamma_{R_i} = \frac{R_{\text{изм}i} - R_{\text{зад}i}}{R_{\text{max}} - R_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (37)$$

где  $R_{\text{max}}$ ,  $R_{\text{min}}$  – максимальное и минимальное значения диапазона измерений сопротивления, Ом;  $R_{\text{зад}i}$  –  $i$ -е заданное значение сопротивления, Ом;

$R_{\text{изм}i}$  –  $i$ -е измеренное системой значение сопротивления, соответствующее измеренному системой значению физической величины, вычисленное по формуле (36), Ом.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 20.

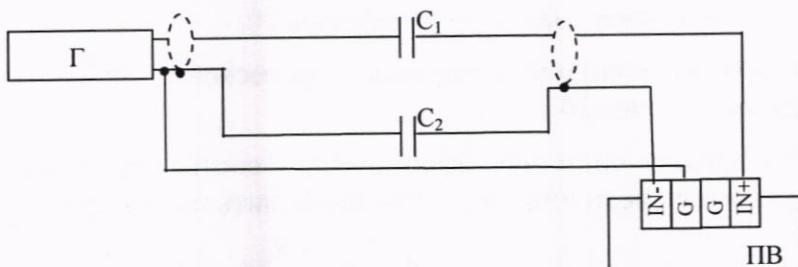
10.14.6 Выполнить 10.14.2-10.14.5 для всех заданных значений сопротивления  $R_{\text{зад}i}$ , указанных в таблице 20.

10.14.7 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если основная приведенная погрешность системы при измерении сопротивления удовлетворяет перечислению 43 таблицы 24.

### 10.15 Проверка диапазона измерения заряда, основной абсолютной погрешности системы при измерении заряда

10.15.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 15.

10.15.2 Калибратором Н4-16 на частоте 160 Гц задавать значение напряжения, соответствующее значению  $Q_{\text{рек}}$  из таблицы 21.



Г – калибратор универсальный Н4-16;

$C_1$ ,  $C_2$  – конденсаторы 1000 пФ  $\pm 0,25\%$  (К71-1 или аналогичные, удовлетворяющие указанному допуску);

ПВ – поверяемый преобразователь вибрационный ИТ14.11.000

Рисунок 15 – Схема проверки основной абсолютной погрешности системы при измерении заряда

10.15.3 Измеренное системой значение назначенной физической величины  $X_{\text{изм}i}$  занести в соответствующую строку таблицы 21.

Таблица 21 – Определение основной абсолютной погрешности измерения заряда

$Q_{\text{рек}i}$ , пКл	$0,01 \cdot Q_{\text{max}}$	$0,1 \cdot Q_{\text{max}}$	$0,25 \cdot Q_{\text{max}}$	$0,5 \cdot Q_{\text{max}}$	$0,7 \cdot Q_{\text{max}}$
$U_{\text{зад}i}$ , мВ					
$Q_{\text{зад}i}$ , пКл					
$X_{\text{изм}i}$ , пКл					
$Q_{\text{изм}i}$ , пКл					
$\Delta_i$ , пКл					
$\Delta_{\text{доп}}$ , пКл					

Примечание:

$Q_{\text{max}}$  – максимальный входной заряд преобразователя, приведен в паспорте, пКл;

$Q_{\text{рек}i}$  –  $i$ -е рекомендуемое значение заряда;

$U_{\text{зад}i}$  –  $i$ -е фактически заданное значение напряжения переменного тока;

$Q_{зади}$  –  $i$ -е заданное значение заряда  $Q_{зади} = C_{1(2)} \cdot \sqrt{2} \cdot U_{зади}/2$ ;

$X_{изм_i}$  –  $i$ -е измеренное системой значение физической величины, соответствующее заданному значению заряда;

$Q_{изм_i}$  –  $i$ -е измеренное системой значение заряда, соответствующее измеренному системой значению физической величины, вычисленное по формуле

$$Q_{изм_i} = X_{изм_i} / K_d \quad (39)$$

$K_d$  – коэффициент преобразования датчика (из конфигурации преобразователя), пКл/ф.в.;

$\Delta_{доп}$  – допустимое значение основной абсолютной погрешности системы при измерении заряда;

$\Delta_i$  –  $i$ -е вычисленное значение основной абсолютной погрешности системы при измерении заряда.

10.15.4 Измеренное системой значение заряда  $Q_{изм,i}$  занести в соответствующую строку таблицы 21.

10.15.5 Вычислить значение абсолютной погрешности измерения заряда по формуле

$$\Delta_i = Q_{изм_i} - Q_{зади} \quad (40)$$

Вычисленное значение абсолютной погрешности системы при измерении заряда занести в соответствующую строку таблицы 21.

10.15.6 Выполнить 10.15.2-10.15.6 для всех заданных значений заряда  $Q_{зади}$ , указанных в таблице 21.

10.15.7 Система считается прошедшей проверку, если основная абсолютная погрешность системы при измерении заряда удовлетворяет перечислению 47 таблицы 24.

## 10.16 Проверка диапазона частот при измерении заряда, неравномерности частотной характеристики системы при измерении заряда

10.16.1 Выполнить 10.15.2.

10.16.2 Для определения неравномерности АЧХ в частотном диапазоне от 5 до 1000 Гц использовать следующие частоты сигнала: 5, 40, 80, 160, 500, 700, 1000 Гц.

Для определения неравномерности АЧХ в частотном диапазоне от 2 до 20000 Гц использовать следующие частоты сигнала: 2, 10, 40, 80, 160, 500, 700, 1000, 2000, 3000, 5000, 10000, 15000, 20000 Гц.

10.16.3 На калибраторе Н4-16 установить уровень выходного напряжения, соответствующий значению заряда  $0,2 \cdot Q_{max}$  диапазона измерений.

10.16.4 Измеренное системой значение  $X_{изм_i}$  занести в соответствующую строку таблицы 22.

Таблица 22 – Определение неравномерности АЧХ системы при измерении заряда

$F$ , Гц	Рекомендуемые значения частот													
	2	5	10	40	80	160	500	700	1000	2000	3000	5000	10000	15000
$U_{бxi рек}$ мВ	$0,2 \cdot Q_{max}$													
$U_{зад i}$ , мВ														
$X_{изм i}$ , мВ														
$\delta q_i$ , %														

Примечание:

$F$  – рекомендуемое значение частоты, задается и контролируется калибратором, Гц;

$U_{бxi рек}$  – рекомендуемое значение напряжения;

$U_{зад i}$  – фактически заданное напряжение;

$X_{изм i}$  – измеренное системой значение напряжения;

$\delta q_i$  –  $i$ -е значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики системы при измерении заряда, вычисленное по формуле

$$\delta q_i = \left( \frac{X_{измi} \cdot U_{зад160}}{U_{задi} \cdot X_{изм160}} - 1 \right) \cdot 100 \quad (41)$$

10.16.5 Выполнить 10.16.2-10.16.4 для всех заданных значений частоты  $F$ , указанных в таблице 22.

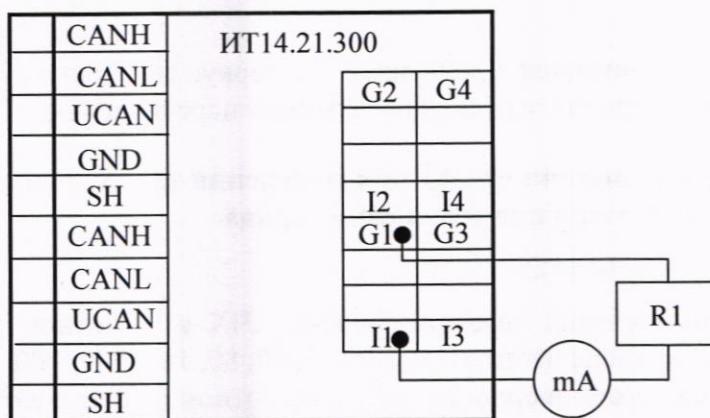
10.16.6 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если неравномерность амплитудно-частотной характеристики системы при измерении заряда удовлетворяет требованиям перечисления 49 таблицы 24.

### 10.17 Проверка диапазона токового сигнала, основной приведенной погрешности системы при преобразовании цифрового сигнала в токовый сигнал

10.17.1 Проверка проводится при наличии в системе конвертера ИТ14.21.300. Собрать схему проверки токовых выходов системы, приведенную на рисунке 16, подключив средства измерений на выход первого канала конвертера ИТ14.21.300.

10.17.2 Установить калибратор-измеритель ИКСУ-260 в режим измерения тока.

10.17.3 В соответствии с ИТ14ИН1 запустить программу «Калибратор» и выбрать из списка проверяемый конвертер по серийному номеру.



ИТ14.21.300 – конвертер; R1 – сопротивление нагрузки С2-23-2-300 Ом;  
mA – калибратор-измеритель ИКСУ-260

Рисунок 16 – Схема проверки токовых выходов системы

10.17.4 Выполнить 3.2.8 ИТ14ИН1.

10.17.5 Измерить калибратором-измерителем ИКСУ-260 значение выходного тока  $I_{измi}$ . Результат записать в протокол проверки.

10.17.6 Выполнить 10.17.3-10.17.5 для пяти значений физической величины, равномерно распределенных по диапазону тока.

10.17.7 Основную приведенную погрешность конвертера  $\gamma$ , %, вычислить по формуле

$$\gamma_i = \frac{I_{измi} - I_{задi}}{I_{max} - I_{min}} \cdot 100, \quad (42)$$

где  $I_{max}$ ,  $I_{min}$  – максимальное и минимальное значения тока в диапазоне выходного тока, мА;  
 $I_{измi}$  –  $i$ -е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260, мА;  
 $I_{задi}$  –  $i$ -е заданное значение тока, мА.

10.17.8 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если основная приведенная погрешность системы при преобразовании цифрового сигнала в токовый сигнал удовлетворяет перечислению 45 таблицы 24.

### 10.18 Проверка диапазона и допускаемой основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты напряжения переменного тока

10.18.1 При наличии токового выхода ПТХ подключить к клеммам « $I_{out}$ » и « $I_{ref}$ » через резистор С2-23-0,125-300 Ом калибратор-измеритель ИКСУ-260, установленный в режим измерения постоянного тока.

10.18.2 Подключить ко входу ПТХ генератор Г3-110.

10.18.3 Подать от генератора Г3-110 сигнал амплитудой 2 В с заданной частотой следования меток на валу  $F_{зади}$  из таблицы 23.

10.18.4 Значение частоты  $F_{изми}$ , измеренное системой записать в соответствующую строку таблицы 23.

10.18.5 Для ПТХ с токовым выходом измерить калибратором-измерителем ИКСУ-260 значение выходного тока  $I_{изми}$ . Результат записать в соответствующую строку таблицы 23.

10.18.6 Заданную частоту  $V_{зади}$ , Гц, вычислить по формуле

$$V_{зади} = \frac{F_{зади} \cdot S_c}{N_m}, \quad (43)$$

где  $F_{зади}$  –  $i$ -е значение заданной частоты из таблицы 24, Гц;

$S_c$  – передаточное число;

$N_m$  – количество меток на валу.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 23.

10.18.7 Основную абсолютную погрешность системы при измерении частоты напряжения переменного тока  $\Delta V_i$ , Гц, вычислить по формуле

$$\Delta V_i = \frac{V_{изми}}{60} - V_{зади}, \quad (44)$$

где  $V_{изми}$  –  $i$ -е значение частоты, измеренное системой, об/мин;

$V_{зади}$  –  $i$ -е значение заданной частоты, вычисленное по формуле (48), Гц.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 23.

Таблица 23 – Определение основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты напряжения переменного тока, основной приведенной погрешности системы при измерении частоты напряжения переменного тока по токовому выходу ПТХ

Обозначение параметра	Значение рекомендуемой частоты напряжения переменного тока $F_{реки}$ , Гц								
	0,01	0,5	10	50	100	200	500	1000	5000
$F_{зади}$ , Гц									
$V_{зади}$ , Гц									
$V_{изми}$ , об/мин									
$I_{изми}$ , мА									
$\Delta V_i$ , Гц									
$V_{Iизми}$ , Гц									
$\gamma V_i$ , %									

Примечание:

$F_{зади}$  –  $i$ -е значение заданной частоты;

$I_{изми}$  –  $i$ -е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260;

$V_{изми}$  –  $i$ -е значение частоты, измеренное системой;

$I_{измi}$  –  $i$ -е значение выходного тока, измеренное калибратором-измерителем ИКСУ-260;

$V_{задi}$  –  $i$ -е значение заданной частоты, вычисленное по формуле (43);

$\Delta V_i$  –  $i$ -е значение основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты, вычисленное по формуле (44);

$V_{измi}$  –  $i$ -е значение частоты, измеренное системой по токовому выходу ПТХ, вычисленное по формуле (5);

$\gamma V_{li}$  –  $i$ -е значение основной приведенной погрешности системы при измерении частоты по токовому выходу ПТХ, вычисленное по формуле (45).

10.18.8 Частоту, измеренную системой по токовому выходу ПТХ,  $V_{измi}$  вычислить по формуле (5) по данным из таблицы 23. Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 23.

10.18.9 Если диапазон измерения частоты по токовому выходу меньше, указанного в таблице 23, в таблицу 23 необходимо добавить значения, соответствующие границам измерения частоты по токовому выходу и не менее трех точек измерения, равномерно распределенных внутри диапазона измерения частоты по токовому выходу.

10.18.10 Основную приведенную погрешность системы при измерении частоты по токовому выходу ПТХ  $\gamma V_{li}$ , %, вычислить по формуле

$$\gamma V_{li} = \frac{V_{измi} - V_{задi}}{V_{max}} \cdot 100, \quad (45)$$

где  $V_{измi}$  –  $i$ -е значение частоты напряжения переменного тока измеренное системой по токовому выходу ПТХ, вычисленное по формуле (5), Гц;

$V_{задi}$  –  $i$ -е значение заданной частоты напряжения переменного тока, вычисленное по формуле (25), Гц;

$V_{max}$  – максимальное значение диапазона измерения частоты напряжения переменного тока, настроенного на токовый выход, Гц.

Вычисленное значение записать в соответствующую строку таблицы 23.

10.18.11 Выполнить 10.18.3 – 10.18.10 для всех значений рекомендуемой частоты  $F_{реки}$ , указанных в таблице 23.

10.18.12 Система считается прошедшей проверку с положительным результатом, если:

- основная абсолютная погрешность системы при измерении частоты напряжения переменного тока удовлетворяет перечислению 27 таблицы 25;

- если основная приведенная погрешность системы при измерении частоты напряжения переменного тока по токовому выходу ПТХ удовлетворяет предельному значению, вычисленному по формуле (46).

## 11 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

11.1 При подтверждении соответствия системы метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 10.

11.2 Систему считают прошедшей проверку с положительным результатом, если метрологические характеристики соответствуют требованиям приведенным в описании типа и указанным в таблице 24.

Таблица 24

Пункт МП	№	Наименование характеристики	Значение
10.1	1	Диапазон <sup>1)</sup> измерений СКЗ виброскорости, мм/с	от 0,1 до 100,0 от 0 до 100
	2	Диапазон измерений амплитуды гармонических составляющих виброскорости, мм/с	от 0,14 до 141,00
	3	Пределы допускаемой основной относительной погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости на базовой частоте <sup>2)</sup> для диапазона от 0,1 до 100 мм/с, %	$\pm(3+0,05 \cdot (V_d/V_{u3M}))$
	4	Пределы допускаемой основной погрешности системы при измерении СКЗ виброскорости на базовой частоте <sup>2)</sup> для диапазона от 0 до 100 мм/с, %: - приведенной <sup>3)</sup> в диапазоне от 0 до 2 мм/с включ. - относительной в диапазоне от св. 2 до 100 мм/с	$\pm 3$ $\pm 3$
10.2	5	Диапазон рабочих частот измерений СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости, Гц	от 5 до 1000
	6	Неравномерность частотной характеристики при измерении СКЗ виброскорости и амплитуды гармонических составляющих виброскорости, %	$\pm 5$
10.5	7	Диапазон <sup>1)</sup> измерений размаха виброперемещения, мкм	от 0 до 500 от 6 до 600 от 10 до 1000 от 12 до 1200 от 20 до 2000
	8	Диапазон <sup>1)</sup> измерений амплитуды гармонических составляющих виброперемещения, мкм	от 3 до 300 от 5 до 500 от 6 до 600 от 10 до 1000
	9	Пределы допускаемой основной погрешности системы при измерении размаха виброперемещения на базовой частоте <sup>2)</sup> для диапазона от 0 до 500 мкм, %: - приведенной <sup>3)</sup> в диапазоне от 0 до 50 мкм включ. - относительной в диапазоне св. 50 до 500 мкм	$\pm 4$ $\pm 4$
	10	Пределы допускаемой основной относительной погрешности системы при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармонических составляющих виброперемещения на базовой частоте <sup>2)</sup> (кроме диапазона от 0 до 500 мкм), %	$\pm(4+0,5 \cdot (L_d/L_{u3M}))$
10.6	11	Диапазон рабочих частот измерений размаха виброперемещения и амплитуды гармонических составляющих виброперемещения, Гц	от 5 до 1000
	12	Неравномерность частотной характеристики при измерении размаха виброперемещения и амплитуды гармонических составляющих виброперемещения, %	$\pm 5$

Продолжение таблицы 24

Пункт МП	№	Наименование характеристики	Значение
10.2, 10.6	13	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты гармонических составляющих виброскорости и виброперемещения, Гц	$\pm 0,1$
10.7	14	Диапазон <sup>1)</sup> измерений величины «искривления ротора», мкм	от 6 до 600 от 10 до 1000 от 12 до 1200 от 20 до 2000
	15	Диапазон рабочих частот измерений величины «искривления ротора», Гц	от 0,02 до 10,00
	16	Неравномерность частотной характеристики при измерении величины «искривления ротора», %	$\pm 5$
	17	Пределы допускаемой основной относительной погрешности системы при измерении величины «искривления ротора» на частоте 10 Гц, %	$\pm(4+0,5 \cdot (L_o/L_{usm}))$
10.3.1	18	Диапазон <sup>1)</sup> измерений расстояния датчиком токовихревым ИТ12.30.000, мм	от 0 до 1,9 от 0 до 3,0 от 0 до 4,5 от 0 до 6,0 от 0 до 12,0 от 0 до 18,0
	19	Пределы допускаемой основной приведенной <sup>3)</sup> погрешности системы при измерении расстояния датчиком токовихревым ИТ12.30.000, %	$\pm 2,0$
10.3.2	20	Диапазон <sup>1)</sup> измерений расстояния датчиком токовихревым контактным ИТ12.36.000, мм	от 0 до 40 от 0 до 80 от 0 до 170 от 0 до 245 от 0 до 250 от 0 до 345 от 0 до 360
	21	Пределы допускаемой основной приведенной <sup>3)</sup> погрешности системы при измерении расстояния датчиком токовихревым контактным ИТ12.36.000, %	$\pm 1,5$
10.3.3	22	Диапазон <sup>1)</sup> измерений расстояния датчиком токовихревым линейным ИТ14.33.000, мм	от 0 до 30 от 0 до 40 от 0 до 45 от 0 до 50 от 0 до 60
	23	Пределы допускаемой основной приведенной <sup>3)</sup> погрешности системы при измерении расстояния датчиком токовихревым линейным ИТ14.33.000, %	от $\pm 2,0$ до $\pm 2,5$ , в зависимости от объекта контроля
10.4	24	Диапазон измерений уклона, мм/м	от -4 до +4
	25	Пределы допускаемой основной приведенной <sup>3)</sup> погрешности системы при измерении уклона, %	$\pm 2,0$

Продолжение таблицы 24

Пункт МП	№	Наименование характеристики	Значение
10.18	26	Диапазон измерений частоты напряжения переменного тока, Гц	0,01 до 10000
	27	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности системы при измерении частоты напряжения переменного тока, Гц	$\pm(0,008+0,0001 \cdot F_{изм})$
10.8	28	Диапазон измерений частоты вращения вала, об/мин	от 0,6 до 50000
	29	Пределы допускаемой основной погрешности системы при измерении частоты вращения вала в диапазоне: - от 0,6 до 5000 об/мин включ., абсолютной, об/мин - от св. 5000 до 50000 об/мин, относительной, %	$\pm 0,5$ $\pm 0,01$
10.9	30	Диапазон <sup>1)</sup> измерений температуры термоэлектрическими преобразователями (ТП), °C: - для ТП типа К и N - для ТП типа J и E - для ТП типа L - для ТП типа T - для ТП типа M - для ТП типа S и R - для ТП типа A2 и A3 - для ТП типа A1 - для ТП типа В	от -200 до +1300 от -200 до +900 от -200 до +800 от -200 до +400 от -200 до +100 от 0 до +1600 от 0 до +1800 от 0 до +2500 от +600 до +1700
	31	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности системы при измерении температуры с учетом измерений температуры холодного спая, без учета погрешности ТП, °C: - для ТП типа J, E, T, M - для ТП типа S, R, A1, A2, A3, B - для ТП типа K, N и L в диапазоне от -70 до +300 °C - для ТП типа K, N в диапазонах от -200 до -70 и от +300 до +1300 °C - для ТП типа L в диапазонах от -200 до -70 и от +300 до +800 °C	$\pm 2,0$ $\pm 3,0$ $\pm 0,8$ или $\pm 2,0^4)$ $\pm 2,0$ $\pm 2,0$
10.10	32	Диапазон <sup>1)</sup> измерений температуры термопреобразователями сопротивления, °C: - для ТС типа ТС 100П, 50П, Pt100, Pt50 - для ТС типа ТС 50М, 100М	от -100 до +850 от -100 до +200
	33	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности системы при измерении температуры, без учета погрешности ТС, °C - для ТС 100П, 50П, Pt100, Pt50 - для ТС 50М, 100М	$\pm 2$ $\pm 1$
10.11	34	Диапазон <sup>1)</sup> измерений унифицированных сигналов силы постоянного тока, мА	от 0 до 5 от 0 до 20 от 4 до 20
	35	Пределы допускаемой основной приведенной <sup>3)</sup> погрешности системы при измерении силы постоянного тока, %	$\pm 0,1$
10.12	36	Диапазон <sup>1)</sup> измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 2,5 от 0 до 10 от -10 до 10 от -17 до -1
	37	Пределы допускаемой основной приведенной <sup>3)</sup> погрешности системы при измерении напряжения постоянного тока, %	$\pm 0,5$

Окончание таблицы 24

Пункт МП	№	Наименование характеристики	Значение
10.13	38	Диапазон измерений амплитуды напряжения переменного тока, В	$\pm 10$
	39	Диапазон рабочих частот измерений напряжения переменного тока, Гц	от 5 до 1000
	40	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности системы при измерении напряжения переменного тока на частоте 160 Гц, В	$\pm(0,001+0,005 \cdot U_{изм})$
	41	Неравномерность частотной характеристики при измерении напряжения переменного тока в диапазоне частот, %: - св. 20 до 700 Гц включ. - от 5 до 20 Гц включ. и св. 700 до 1000 Гц	$\pm 1$ $\pm 5$
10.14	42	Диапазон измерений электрического сопротивления, Ом	от 10 до 990
	43	Пределы допускаемой основной приведенной <sup>3)</sup> погрешности системы при измерении электрического сопротивления, %	$\pm 0,2$
	44	Диапазон <sup>1)</sup> преобразования цифрового сигнала в унифицированный токовый сигнал, мА	от 4 до 20 от 0 до 5 от 0 до 20
	45	Пределы допускаемой основной приведенной <sup>3)</sup> погрешности системы при преобразовании цифрового сигнала в унифицированный токовый сигнал, %	$\pm 0,5$
10.15	46	Диапазоны измерения заряда, пКл	$\pm 10000$ $\pm 500$
	47	Пределы основной абсолютной погрешности измерения заряда на базовой частоте <sup>2)</sup> , пКл	$\pm(0,01 \cdot Q_{изм} + 0,2)$
10.16	48	Рабочий диапазон частот при измерении заряда, Гц - для диапазона $\pm 10000$ пКл - для диапазона $\pm 500$ пКл	от 2 до 20000 от 5 до 1000
	49	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики при измерении заряда, %	$\pm 5$

<sup>1)</sup> – диапазон измерений, определяется при заказе

<sup>2)</sup> – базовая частота, любая частота в диапазоне от 40 до 160 Гц, определяется при заказе;

<sup>3)</sup> – к диапазону измерений

<sup>4)</sup> – погрешность измерений определяется при заказе, по умолчанию  $\pm 2,0\%$

В таблице приняты следующие обозначения:

$V_o$  – верхнее значение диапазона измерений виброскорости, мм/с;

$V_{изм}$  – измеренное значение виброскорости, мм/с;

$L_o$  – верхнее значение диапазона измерений виброперемещения, мкм;

$L_{изм}$  – измеренное значение виброперемещения, мкм;

$F_{изм}$  – измеренное значение частоты напряжения переменного тока, Гц;

$U_{изм}$  – измеренное значение напряжения переменного тока, В;

$Q_{изм}$  – измеренное значение заряда, пКл

11.3 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности системы при измерении и преобразовании физической величины в токовый сигнал  $\gamma_T$ , %, вычислять по формуле

$$\delta_T = \pm 1,1 \sqrt{\gamma^2 + 0,5^2}, \quad (46)$$

где  $\gamma$  – приведенная погрешность системы при измерении физической величины.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности системы при измерении и преобразовании физической величины в токовый сигнал  $\delta_T$ , %, вычислять по формуле

$$\delta_T = \pm 1,1 \sqrt{\delta^2 + \left( 0,005 \cdot \frac{V_{\text{д.м.}}}{U_{\text{изм}}} \right)^2}, \quad (47)$$

где  $\delta$  – относительная погрешность системы при измерении физической величины;

$V_{\text{д.м.}}$  – разница между максимальным и минимальным значением диапазона измерений физической величины, настроенного на токовый выход;

$U_{\text{изм}}$  – измеренное значение физической величины.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности системы при измерении и преобразовании физической величины в токовый сигнал  $\Delta_T$ , %, вычислять по формуле

$$\Delta_T = \pm 1,1 \sqrt{\Delta^2 + (0,005 \cdot V_{\text{д.м.}})^2}, \quad (48)$$

где  $\Delta$  – абсолютная погрешность системы при измерении физической величины;

$V_{\text{д.м.}}$  – разница между максимальным и минимальным значением диапазона измерений физической величины, настроенного на токовый выход.

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Оформление результатов поверки проводят в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку, с указанием перечня измерительных каналов, прошедших поверку.

Протокол поверки оформляют в произвольной форме.

12.2 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке.

При необходимости проводят пломбирование измерительных каналов для предотвращения несанкционированного доступа к местам регулировки.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

12.4 Измерительные каналы системы, не прошедшие поверку, к применению не допускаются, на них выдается извещение о непригодности по форме, в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

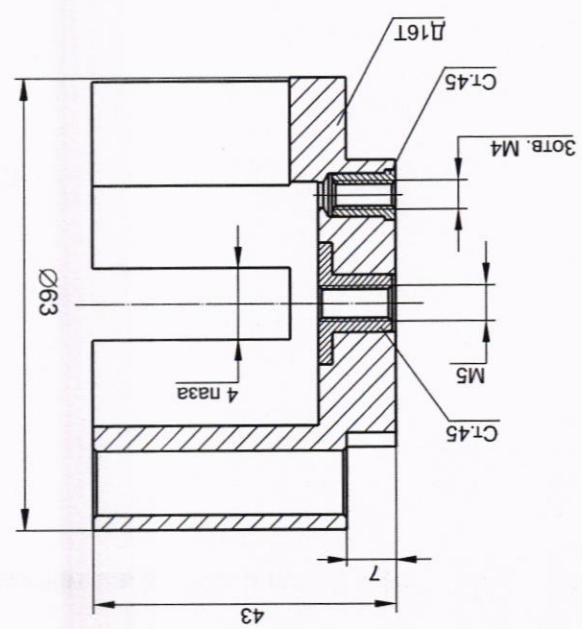
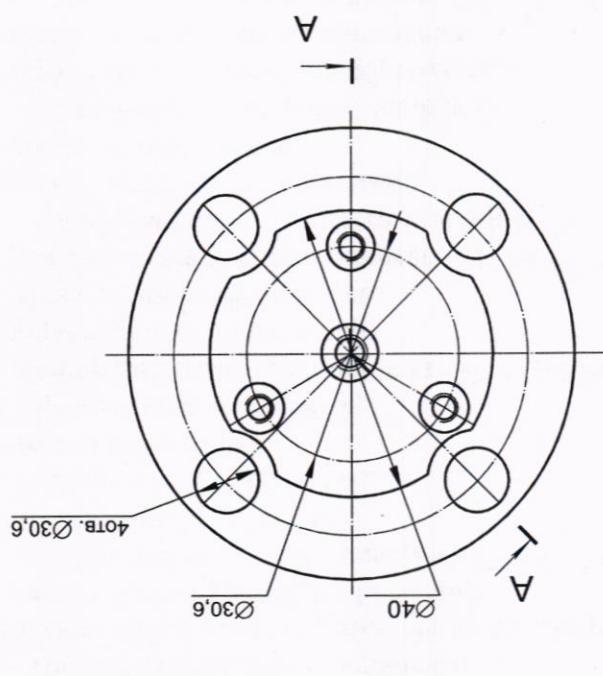
**Приложение А**  
**(справочное)**

**Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки**

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 9038-90	Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия
ГОСТ 9416-83	Уровни строительные. Технические условия
ГОСТ 13646-68	Термометры стеклянные ртутные для точных измерений. Технические условия
ГОСТ Р 8.568-2017	ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения
ГОСТ Р 8.585-2001	Термопары. Часть 1. Номинальные статические характеристики преобразования
ГОСТ 8.461-2009	ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки
ГОСТ 6651-2009	ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ Р 8.669-2009	ГСИ. Виброметры с пьезоэлектрическими, индукционными и вихревотоковыми вибропреобразователями. Методика поверки
Приказ Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510	Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке
Приказ Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772	Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения
Приказ Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840	Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм
Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока
Приказ Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091	Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А
Приказ Росстандарта от 03 сентября 2021 г. № 1942	Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^{-9}$ Гц
Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457	Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы
Приказ Росстандарта от 31 июля 2018 г. № 1621	Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты

**Приложение Б**  
**(справочное)**  
**Перечень принятых сокращений**

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика  
ГПС – государственная поверочная схема  
ДВ – датчик вибрации ИТ12.35.000 или вибропреобразователь МВ-43 или МВ-44;  
ДТ – датчик токовихревой ИТ12.30.000;  
ДТЛ – датчик токовихревой линейный ИТ14.33.000;  
ИМ – инструкция по монтажу;  
ИН – инструкция по настройке;  
МП – методика поверки  
НД – нормативные документы;  
ПВ – преобразователь вибрационный ИТ14.11.000;  
ПК – персональный компьютер;  
ПО – программное обеспечение;  
ПТВ – преобразователь токовихревой ИТ14.12.000;  
ПТХ – преобразователь тахометрический ИТ14.14.000;  
РЭ – руководство по эксплуатации;  
СИ – средство измерения;  
СКЗ – среднее квадратическое значение;  
ТП – термоэлектрический преобразователь;  
ТС – термопреобразователь сопротивления;  
УИУ – устройство измерения уклона ИТ15.30.100;  
ФО – формуляр



Лпнжокене В  
Лпнжокене С  
(спаровное)

A-A

Прошито и опечатано  
33 (тридцать три) листа

Генеральный директор ООО «НПП ИТ» г. Саров

О.А. Хамутова

