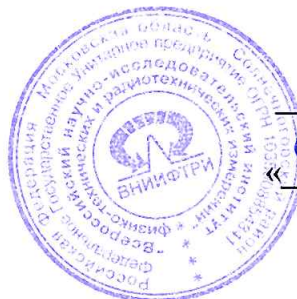


УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель
генерального директора – заместитель
по научной работе ФГУП
«ВНИИФТРИ»



 _____ А.Н. Щипунов

« 21 » _____ 12 _____ 2016 г.

Инструкция
ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ АГ30
Методика поверки
МГФК.402152.011 МП

2016 г.

Содержание

Вводная часть	3
1 Операции поверки	3
2 Средства поверки	4
3 Требования к квалификации поверителей	5
4 Требования безопасности	5
5 Условия проведения поверки	5
6 Подготовка к поверке	6
7 Проведение поверки	6
7.1 Внешний осмотр	6
7.2 Опробование	6
7.3 Определение постоянной составляющей выходного напряжения	6
7.4 Определение значения коэффициента преобразования	7
7.5 Определение относительного коэффициент поперечного преобразования.....	7
7.6 Определение диапазона рабочих частот и неравномерности частотной характеристики от- носительно значения на частоте 160 Гц.....	8
7.7 Определение частоты установочного резонанса.....	9
7.8 Определение коэффициента нелинейных искажений (КНИ)	9
7.9 Определение уровня собственных шумов	9
7.10 Определение стабильности коэффициента преобразования за период между поверками...	10
7.11 Определение основной относительной погрешности коэффициента преобразования виб- ропреобразователя	10
8 Оформление результатов поверки	10
Приложение А Основные технические характеристики рекомендуемых средств измерений	11

Вводная часть

Настоящая методика поверки распространяется на вибропреобразователи АГ30 (далее по тексту - вибропреобразователи), изготавливаемые ФГУП «ВНИИФТРИ», р.п. Менделеево, Солнечногорского района, Московской области.

Интервал между поверками – один год.

Приведенные в методике требования к значениям воспроизводимых величин применимы при поверке вибропреобразователей с типовыми параметрами и характеристиками и должны быть скорректированы при поверке вибропреобразователей с параметрами и характеристиками отличными (по требованию заказчика) от типовых.

Вибропреобразователи подлежат первичной и периодической поверкам .

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполнять операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Выполнение операции при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Определение постоянной составляющей выходного напряжения	7.3	Да	Нет
4 Определение значения коэффициента преобразования	7.4	Да	Да
5 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования	7.5	Да	Нет
6 Определение диапазона рабочих частот и неравномерности частотной характеристики относительно значения на частоте 160 Гц.	7.6	Да	Нет
7 Определение частоты установочного резонанса	7.7	Да	Нет
8 Определение коэффициента нелинейных искажений (КНИ)	7.8	Да	Нет
9 Определение уровня собственных шумов	7.9	Да	Да
10 Определение стабильности коэффициента преобразования за период между поверками	7.10	Нет	Да
11 Определение основной относительной погрешности коэффициента преобразования вибропреобразователя	7.11	Да	Да

1.2 Операции по пп. 7.4, 7.6 и 7.7 могут быть объединены.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки вибропреобразователей должны быть применены средства поверки указанные в таблице 2.1. Основные технические характеристики основных и вспомогательных средств поверки приведены в приложении А.

Таблица 2.1

Номер пункта раздела "Проведение поверки"	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, их метрологические характеристики
7.2, 7.4, 7.6, 7.7, 7.11	<p>Государственный рабочий эталон 2 разряда единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела. «Эталонная виброустановка высокочастотная (ВУ-ВЧ) ВУ-3» (далее по тексту ВУ - 3): диапазон частот: номинальный 20 – 15 000 Гц, расширенный 5 – 20 000 Гц, вспомогательный 20 – 30 кГц; диапазон ускорения: в номинальном диапазоне частот 1 – 200 м/с², в расширенном диапазоне частот 0,5 – 300 м/с²; максимальная амплитуда перемещения 3 мм; основная относительная погрешность измерения ускорения не более 0,5 – 6 %; коэффициент гармоник: в номинальном диапазоне частот не более 0,5 %, в расширенном диапазоне частот не более 10 %; коэффициент поперечных составляющих в номинальном диапазоне частот не более 5 %.</p> <p>Состав ВУ-3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вибратор ВК-1 ; - усилитель мощности; - фильтр высокочастотный ФВ – 1А; - вольтметр универсальный цифровой В7-39; - генератор сигналов DS-360; - осциллограф цифровой GDS-820S; - система измерительная лазерная XS-80; - контрольный акселерометр АП-21; - генератор шума низкочастотный Г2-57; - усилитель мощности УН-100; - блок предварительных усилителей БПУ-ВЧ; - источник питания БП-591-100; - источник питания постоянного тока Agilent U8032А; - анализатор сигналов узкополосный шестнадцатиканальный АС- У16; - анализатор сигналов третьоктавный АС-Т2
7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9	<p>Государственный рабочий эталон 2 разряда единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела. «Эталонная виброустановка низкочастотная (ВУ-НЧ) ВУ-2» (далее по тексту ВУ - 2): диапазон частот: номинальный 0,1 – 100 Гц, расширенный 0,1 – 400 Гц; диапазон ускорения 2·10⁻² – 10 м/с²; диапазон перемещения 6·10⁻⁵ – 1,5 мм; основная относительная погрешность измерения ускорения не более 0,5-10 %; коэффициент гармоник: в номинальном диапазоне частот не более 5 %, в расширенном диапазоне частот не более 10 %; коэффициент поперечных составляющих не более 10 %.</p> <p>Состав ВУ-2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вибратор ВС-3П; - генератор сигналов DS-360; - система измерительная лазерная ХЛ-80;

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - вольтметр универсальный цифровой В7-39; - вольтметр универсальный цифровой В7-43; - осциллограф цифровой GDS-820S; - контрольный акселерометр А1612-3; - усилитель селективный У2-11; - малошумный усилитель У1042; - усилитель мощности У7-6; - источник питания постоянного тока Б5-8; - источник питания постоянного тока Agilent U8032A; - анализатор сигналов узкополосный шестнадцатиканальный АС-У16; - анализатор сигналов третьоктавный АС-Т2.- анализатор сигналов третьоктавный АС-Т2. |
|--|---|

Примечания:

1 При поверке могут быть применены другие средства поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого вибропреобразователя с требуемой точностью.

2 При выполнении разных пунктов работ могут быть использованы часть приборов из состава установок ВУ-2 и/или ВУ-3.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К выполнению поверки вибропреобразователей допускают лиц:

- прошедших обучение в установленном порядке и аттестованных в качестве поверителей;
- изучивших нормативные документы на поверяемые вибропреобразователи и настоящий документ;
- имеющими опыт работы со средствами измерений параметров вибрации не менее одного года.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

- средства поверки и поверяемые вибропреобразователи, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление; не допускается использовать в качестве заземления корпусов силовых электрических и осветительных щитов и арматуры центрального отопления;
- помещение для проведения поверочных работ должно иметь звукоизоляцию в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.036 - 81;
- помещение для проведения поверочных работ должно соответствовать группе 2 или 3 по ГОСТ 12.1.003;
- меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0 - 75, правил по охране труда ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00.

4.2 Установку и подключение средств поверки, поверяемых вибропреобразователей, а также вспомогательного оборудования проводят при выключенном источнике питания.

5 Условия проведения поверки

5.1 При выполнении операций поверки (кроме особо оговоренных) должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха

от 18 до 25 С;

- относительная влажность воздуха, не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питания вибропреобразователя $\pm (12 \pm 2)$ В.

6 Подготовка к поверке

6.1 Эталонные, рабочие и вспомогательные средства поверки подготавливают к поверке в соответствии с требованиями, установленными эксплуатационными документами на них.

6.2 Поверяемый вибропреобразователь крепят к вибровозбудителю в соответствии с руководством по эксплуатации на него.

6.3 Применяемые эталонные и вспомогательные средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие проверяемых вибропреобразователей следующим требованиям:

- отсутствие механических и электрических повреждений вибропреобразователей и соединительных элементов, влияющих на его работу;
- полнота маркировки и ее сохранность.

7.1.2 В случае несоответствия вибропреобразователя хотя бы по одному из требований, указанных выше, поверку не проводят до устранения выявленных дефектов. Если дефекты устранить невозможно, вибропреобразователь бракуют.

7.2 Опробование

7.2.1 Закрепить при помощи винта вибропреобразователь на вибростолу установки ВУ-3 таким образом, чтобы направление оси чувствительности вибропреобразователя совпадало с направлением колебаний вибростола.

7.2.2 Подать на вибропреобразователь напряжение питания и выждать не менее пяти минут.

7.2.3 Подключить выход вибропреобразователя к каналу 1 осциллографа GDS-820S. Установить чувствительность осциллографа 500 мВ/дел и скорость развертки 10 мс. Убедиться в наличии характерного сигнала, вызванного воздействием микросейсмических шумов.

7.2.4 Подать с генератора DS-360 сигнал возбуждения на вибростол с частотой 160 Гц и нулевой амплитудой.

7.2.5 Плавно увеличивать амплитуду до тех пор, пока сигнал на выходе вибропреобразователя не превысит уровень микросейсмических сигналов на 20 дБ, что служит критерием работоспособности вибропреобразователя. В противном случае вибропреобразователь признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

7.3 Определение постоянной составляющей выходного напряжения

7.3.1 Установить вибропреобразователь на виброразвязанный фундамент, например, на фундамент виброустановки.

7.3.2 Подать на вибропреобразователь напряжение питания и выждать не менее пяти минут.

7.3.3 Подключить выход вибропреобразователя к осциллографу GDS-820S с "открытым" входом и вольтметру В7-43, включенному в режим измерения постоянного напряжения.

7.3.4 Измерить значение постоянной составляющей выходного напряжения.

7.3.5 Результаты измерений занести в протокол.

7.3.6 Значение постоянной составляющей выходного напряжения должно быть не более

50 мВ, а на экране осциллографа не должно наблюдаться наличие пульсаций выходного сигнала, а также изменение постоянной составляющей с амплитудой более чем 10 мВ в течение одной минуты. В противном случае вибропреобразователь признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

7.4 Определение значения коэффициента преобразования

7.4.1 Установить поверяемый вибропреобразователь на вибратор поверочной виброустановки так, чтобы измерительная ось вибропреобразователя совпала с направлением колебаний вибратора.

7.4.2 Подать на вибропреобразователь напряжение питания и выждать не менее пяти минут.

7.4.3 Воспроизвести на частоте 160 Гц виброускорение с эффективным значением $(10 \pm 0,5) \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$.

7.4.4 Измерить эффективное значение напряжения выходного сигнала вибропреобразователя.

Примечание – В случае необходимости допускается подавать сигнал с выхода вибропреобразователя на вольтметр через дополнительный усилитель (фильтр). Коэффициент передачи усилителя (фильтра) необходимо учесть при выполнении вычислений коэффициента преобразования вибропреобразователя.

7.4.5 Выполнить измерения по вышеуказанной методике 5 - 10 раз при одном и том же (в пределах погрешности воспроизведения) значении виброускорения и вычислить коэффициент преобразования вибропреобразователя.

Примечание – В случае применения автоматической или полуавтоматической виброустановки, производящей автоматический расчет значения коэффициента преобразования, в протокол заносятся полученные значения и значения выходного напряжения вибропреобразователя.

7.4.6 Коэффициент преобразования вибропреобразователя K_0 , в $\text{мВ} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1}$, вычислить по формуле (1):

$$K_0 = \frac{U}{U_{\text{э}}} \cdot K_{\text{э}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{э}}$ – среднее арифметическое значение эффективного напряжения выходного сигнала эталонного акселерометра, мВ;

U – среднее арифметическое значение эффективного напряжения выходного сигнала эталонного акселерометра, мВ;

$K_{\text{э}}$ – коэффициент преобразования эталонного акселерометра, $\text{мВ} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1}$.

7.4.7 Отключить сигнал возбуждения вибростенда и измерить выходной сигнал сейсмоприемника $U_{\text{ш}}$ и эталонного акселерометра $U_{\text{эш}}$ от действия фоновых и акустических шумов и занести их значения в протокол.

7.4.8 Значение коэффициента преобразования должно быть в пределах от 7 до 13 $\text{мВ} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1}$ (для номинального значения коэффициента преобразования $10 \text{ мВ} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1}$). В противном случае вибропреобразователь признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

7.4.9 Значение коэффициента преобразования (среднее арифметическое значение) занести в протокол поверки.

7.5 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования

7.5.1 Установить вибропреобразователь на вибратор поверочной виброустановки так, чтобы измерительная ось вибропреобразователя совпадала с направлением колебаний вибратора.

7.5.2 Воспроизвести на частоте 20 Гц виброускорение не менее $1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$, но не более максимально измеряемого вибропреобразователем. Измерить на выходе вибропреобразователя значение напряжения U_B .

7.5.3 Установить вибропреобразователь на вибратор поверочной виброустановки при помощи специального переходника так, чтобы измерительная ось вибропреобразователя была перпендикулярна к направлению колебаний вибратора.

7.5.4 Воспроизвести тоже значение виброускорения (в пределах погрешности воспроизведения виброускорения), как при испытании по пункту 7.4 и измерить на выходе испытуемого вибропреобразователя значения напряжений U_i при положениях вибропреобразователя, соответствующих его повороту вокруг измерительной оси на угол $i = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ$.

7.5.5 Значение относительного коэффициента поперечного преобразования вибропреобразователя в процентах вычислить по формуле (2):

$$K_{оп} = \frac{U_{i\max}}{U_B} \cdot 100, \quad (2)$$

где $U_{i\max}$ - максимальное значение выходного напряжения вибропреобразователя в поперечном направлении, В.

7.5.6 Значение коэффициента поперечного преобразования должно быть не более 5 %. В противном случае его признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

7.5.7 Занести значение коэффициента поперечного преобразования в протокол поверки.

7.6 Определение диапазона рабочих частот и неравномерности частотной характеристики относительно значения на частоте 160 Гц.

7.6.1 На частотах f_i из ряда 5; 10; 160; 5000; 10000 Гц определить коэффициент преобразования вибропреобразователя $K(f_i)$, в $\text{мВ}\cdot\text{с}^2\cdot\text{м}^{-1}$, по аналогии с пунктом 7.4.

Примечания

1 Для вибропреобразователей с расширенным диапазоном ряд частоты f_i должен быть : 1; 1,25; 1,6 ; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 10; 160; 5 000; 10000; 12500; 16000; 20000 Гц.

2 На частотах, где технически невозможно воспроизвести указанное в п. 7.4.3 ускорение, коэффициент преобразования определяют при ускорениях, достижимых для вибровозбудителя, с коэффициентом гармоник движения вибростола не более 10 %.

7.6.2 Неравномерность частотной характеристики относительно значения на частоте 160 Гц в децибелах вычислить по формуле (3):

:

$$\gamma = \text{mod}(\gamma_i)_{\max}, \quad (3)$$

где γ_i - отклонение в полосе частот от 5 до 10 000 Гц значения коэффициента преобразования на частоте f_i от значения коэффициента преобразования на частоте 160 Гц, которая в децибелах вычисляется по формуле (4):

$$\gamma_i = 20 \cdot \lg \left(\frac{K(f_i)}{K_0} \right), \quad (4)$$

где $K(f_i)$ - значение коэффициента преобразования на частоте f_i ;

K_0 - значение коэффициента преобразования вибропреобразователя на частоте 160 Гц.

7.6.3 Значение неравномерности должно быть в пределах:

- при креплении на винт ±3 дБ;
- при креплении на магнит ±2 дБ.

В противном случае Вибропреобразователь признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

7.6.4 Для вибропреобразователя с расширенным диапазоном частот значения коэффициента

преобразования на частотах 1; 1,25; 1,6 ; 2; 2,5; 3,15; 4; 12500; 16000; 20000 Гц занести в формуляр вибропреобразователя.

7.7 Определение частоты установочного резонанса

7.7.1 Проверку производить методом сличения с контрольным акселерометром, имеющим частоту установочного резонанса не менее 40 кГц.

7.7.2 Выходные сигналы испытуемого вибропреобразователя и контрольного акселерометра подаются на осциллограф GDS-820S и вольтметр В7-39.

7.7.3 Плавно изменяя частоту колебаний вибровозбудителя в диапазоне частот от 10 до 40 кГц отмечают значение частоты, при котором отношение выходных сигналов испытуемого вибропреобразователя к контрольному максимален.

7.7.4 Значение установочного резонанса должно быть не менее 26 кГц. В противном случае его признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

7.8 Определение коэффициента нелинейных искажений КНИ

7.8.1. Определение КНИ вибропреобразователя δ_a проводить с использованием поверочной виброустановки обеспечивающей воспроизведение виброускорения с коэффициентом нелинейных искажений не более 0,5 %.

7.8.2 Установить вибропреобразователь на вибратор поверочной виброустановки так, чтобы измерительная ось вибропреобразователя совпала с направлением колебаний вибратора и подключить выход вибропреобразователя к входу анализатора сигналов узкополосного шестнадцатиканального АС-У16.

7.8.3 Воспроизвести на одной частоте в диапазоне от 20 до 500 Гц такое значение виброускорения, при котором значение выходного сигнала вибропреобразователя составит $(1,5 \pm 0,1)$ В.

Примечание - Выбирается частота, на которой значение КНИ воспроизводимого виброускорения минимальное и не более 0,5 %.

7.8.4 Значение коэффициента нелинейных искажений должно быть не более 1 %. В противном случае его признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

7.9 Определение уровня собственных шумов

7.9.1 Установить вибропреобразователь на виброразвязанный фундамент, например, на фундамент виброустановки, и выдержать в течение 12 часов.

Примечание - В месте установки испытуемого вибропреобразователя уровень спектральной плотности мощности сейсмических шумов на частоте 1 Гц должен быть не более минус 100 дБ отн. $1 \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-4} \cdot \text{Гц}^{-1}$ и на частоте 10 кГц не более минус 90 дБ отн. $1 \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-4} \cdot \text{Гц}^{-1}$.

7.9.2 Подать на вибропреобразователь напряжение питания и выждать не менее пяти минут.

7.9.3 Для определения уровня собственных шумов подключить выход вибропреобразователя к анализатору сигналов третьоктавному двухканальному АС-Т2. Рекомендуется выходной сигнал вибропреобразователя подавать на вход анализатора через малошумный усилитель, например, У7-11 с коэффициентом усиления 100 (40 дБ).

7.9.4 Согласно руководству по эксплуатации анализатора третьоктавного провести измерение выходного сигнала вибропреобразователя в диапазоне частот от 1 до 100 000 Гц. Накопление сигнала производится в течение 30 минут.

7.9.5 Спектральная плотность мощности собственных шумов вибропреобразователя, при веденных ко входу, в дБ отн. $1 \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-4} \cdot \text{Гц}^{-1}$, на частоте f (частота f является центральной частотой из 1/3-октавного ряда частот в полосе частот от 1 Гц до 100 кГц) вычислить по формуле (5):

$$A(f) = L(f) - 120 - K_{yc} - K_{cn}(f) - 10 \lg(\Delta f), \quad (5)$$

где L – спектральная плотность мощности сигнала в 1/3 - октавной полосе на частоте f , дБ отн. 1 мкВ (показание анализатора третьоктавного);

$K_{ус}$ – коэффициент усиления малошумного усилителя, дБ;

$K_{сп}(f)$ – коэффициент преобразования вибропреобразователя на частоте f , дБ отн.

$1 \text{ В} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-1}$;

Δf – полоса анализа анализатора, Гц.

7.9.6 Полосу анализа на частоте f , в Гц, вычисляют по формуле (6):

$$\Delta f = f \cdot 0,232. \quad (6)$$

7.9.7 Значение спектральной плотности мощности собственных шумов вибропреобразователя на частоте 1 Гц должно быть не более минус 80 дБ и на частоте 10 кГц должно быть не более минус 89 дБ. В противном случае его признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

7.10 Определение стабильности коэффициента преобразования за период между поверками.

7.10.1 При периодической поверке сравнить значение коэффициента преобразования K_0 , полученное при выполнении пп. 7.4.1 – 7.4.11 с коэффициентом преобразования, занесенным в формуляр сейсмоприемника при предыдущей поверке

7.10.2. Изменение коэффициента преобразования K_0 за период между поверкам (долговременная стабильность) не должно превышать 1 дБ. В противном случае его признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

7.11 Определение основной относительной погрешности коэффициента преобразования вибропреобразователя

7.11.1 Вычислить значение основной относительной погрешности коэффициента преобразования вибропреобразователя при доверительной вероятности 0,95, в процентах, по формуле (7):

$$\delta_{\text{осн}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_0^2 + \delta_n^2 + \delta_{\text{кз}}^2 + \delta_\sigma^2}, \quad (7)$$

где δ_0 – относительная погрешность эталонного средства измерений параметров вибраций, %;

δ_n – относительная погрешность, вызванная наличием поперечного движения виброустановки, %;

$\delta_{\text{кз}}$ – относительная погрешность, вызванная наличием высших гармоник поверочной виброустановки, %;

δ_σ – относительная погрешность средств измерений электрического сигнала с выхода поверяемого вибропреобразователя, %.

7.11.2 Значение основной относительной погрешности коэффициента преобразования вибропреобразователя должно быть в пределах ± 5 %. В противном случае его признают непригодным к эксплуатации и бракуют.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты измерений, обработки и расчета погрешностей занести в протокол, составленный в произвольной форме.

8.2 В случае положительных результатов поверки оформляют свидетельство о поверке по установленной форме.

8.3 В случае отрицательных результатов поверки, оформляют извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Ведущий инженер
НИК-2 ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.С. Точилин

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные технические характеристики рекомендуемых средств измерений

Наименование средства измерений и вспомогательного оборудования	Входит в состав установки	Обозначение НТД или основные технические характеристики
<p>Вольтметр универсальный цифровой быстродействующий В7-43 (Тг2.710.026 ТУ)</p>	<p>ВУ - 2</p>	<p>Предел основной погрешности измерения постоянного напряжения на пределе 1 В: $\pm[0,1+0,04(\Delta-1)]$ %.</p> <p>Предел основной погрешности измерения переменного напряжения значением от 1 мВ до 700 В в диапазоне частот от 0,01 до 20 Гц: $\pm[0,5+0,2(\Delta-1)]$ % (Предел 0,1 В); $\pm[0,5+0,1(\Delta-1)]$ % (Остальные пределы).</p> <p>Время измерения переменного напряжения, не более: 15 с – в диапазоне частот от 1 до 20 Гц; 35 с – в диапазоне частот от 0,1 до 1 Гц; 220 с – в диапазоне частот от 0,01 до 0,1 Гц.</p> <p>Δ - отношение значения установленного предела измерения к значению измеренного напряжения.</p>
<p>Генератор сигналов DS360</p>	<p>ВУ - 2</p>	<p>Диапазон частот: от 0,0001 до 200000 Гц; Погрешность установки частоты: 0,0025%; Уровни выходного напряжения: 20 мкВ пик. ... 40 В пик.; Основная погрешность установки уровня выходного напряжения: 1 %; Коэффициент гармоник при уровне сигнала 1 В СКЗ на несимметричном и 2 в СКЗ на симметричном выходе на частотах от ,0001 Гц до 5 кГц: типичный -110 дБ, максимальный -106 дБ</p>
<p>Осциллограф цифровой GDS-820S</p>	<p>ВУ - 2</p>	<p>Полоса пропускания: от 0 до 150 МГц Коэффициенты отклонения каждого из каналов вертикального отклонения имеют значения от 2мВ/дел до 5 в/дел. Пределы допускаемого значения погрешности коэффициентов отклонения на частоте 1 кГц : ± 3 % Пределы допускаемого значения абсолютной погрешности измерения временных интервалов составляет</p>

Наименование средства измерений и вспомогательного оборудования	Входит в состав установки	Обозначение НТД или основные технические характеристики
		$\pm(0,0001 \cdot \text{Тизм} + 0,04 \cdot \text{К} + 40 \text{ пс})\text{с}$, где Тизм – измеренное значение временного интервала, с; К – величина численно равная установленному значению коэффициента развертки, с.
Усилитель селективный У2-11 (ЕХ2.039.063 ТУ)	ВУ - 2	Режимы работы: ФНЧ, ФВЧ, фильтр полосовой (ФП), фильтр режекторный, частотно-избирательный фильтр Число независимых каналов: 2. Диапазон усиливаемых частот F: 1 Гц-200 кГц (для ФВЧ); 0 Гц-99 кГц (для ФНЧ). Диапазон перестройки частоты F: 1 Гц-99 кГц (для ФВЧ и ФНЧ); 10 Гц-99 кГц (для ФП). $\delta f: \pm(5-8)\%$. Кп: 0; 10; 20 дБ (для каждого канала) с $\delta: \pm(0,2-0,8)\%$ при Кп: 10 дБ. Ослабление сигнала для ФП: (34±6) дБ (для одного канала); (68±12) дБ (при последовательном включении каналов).
Анализатор сигналов треть-октавный двухканальный АС-Т2	ВУ - 2	Диапазон частот от 0,2 до 100 000 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности электрического сигнала в третьоктавных полосах частот ± 0,2 дБ. Отклонение от линейности амплитудной характеристики не более ± 0,15 дБ.