

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ФГБУ «ГНМЦ»
Минобороны России



В.Швыдун

12 2019 г.

Инструкция

**Системы измерительные универсальные
УИС-АТ СПАН.441460.305**

Методика поверки

СПАН.441460.305 МП1

2019 г.

Содержание

1 Общие требования	3
2 Операции поверки.....	3
3 Средства поверки	4
4 Требования к квалификации поверителей	7
5 Требования безопасности	7
6 Условия поверки	7
7 Подготовка к поверке	7
8 Проведение поверки	7
8.1 Внешний осмотр.....	7
8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции	8
8.3 Опробование.....	8
8.4 Определение метрологических характеристик (МХ).....	10
9 Оформление результатов поверки	17
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки мультиметра NI PXI-4071 и частотомера GTX-2230	18

1 Общие требования

1.1 Настоящая методика поверки (далее – методика) распространяется на системы измерительные универсальные УИС-АТ СПАН.441460.305 (далее – изделия) (зав. №№ 8300-1902, 8300-1903), изготовленные АО «НПО «СПАРК», и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

1.3 Допускается проведение поверки отдельных измерительных модулей из состава системы с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

2 Операции поверки

2.1 При первичной и периодической поверке изделия выполнять операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта (подраздела) методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Проверка электрического сопротивления изоляции	8.2	Да	Нет
3 Опробование	8.3	Да	Да
4 Проверка контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора программного обеспечения)	8.4	Да	Да
5 Определение метрологических характеристик	8.5	–	–
5.1 Определение метрологических характеристик модуля цифрового мультиметра NI PXI-4071	8.5.1	Да	Да
5.1.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	8.5.1.1	Да	Да
5.1.2 Определение погрешности измерений силы постоянного тока	8.5.1.2	Да	Да
5.1.3 Определение погрешности измерений напряжения переменного тока	8.5.1.3	Да	Да
5.1.4 Определение погрешности измерений силы переменного тока	8.5.1.4	Да	Да
5.1.5 Определение погрешности измерений сопротивления постоянному току	8.5.1.5	Да	Да
5.1.6 Определение погрешности измерений частоты	8.5.1.6	Да	Да
5.2 Определение метрологических характеристик модуля генератора НЧ сигналов NI PXI-5421	8.5.2	Да	Да
5.3 Определение метрологических характеристик модуля векторного генератора ВЧ сигналов NI PXI-5671	8.5.3	Да	Да
5.4 Определение метрологических характеристик модуля анализатора ВЧ сигналов NI PXI-5660	8.5.4	Да	Да
5.5 Определение метрологических характеристик	8.5.5	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта (подраздела) методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
модуля цифрового осциллографа NI PXI-5114			
5.6 Определение метрологических характеристик модуля частотомера ВЧ сигналов GTX-2230	8.5.6	Да	Да

2.2 При несоответствии характеристик поверяемого изделия установленным требованиям по любому из пунктов таблицы 1 поверка прекращается и последующие операции не проводятся.

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки (СИ), указанные в таблице 2 и вспомогательное оборудование (ВО), указанное в таблице 3.

Таблица 2 – Основные СИ

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного средства поверки. Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки																																																																															
8.5.1.1 8.5.1.2 8.5.1.4	<p>Калибратор универсальный Н4-6:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Воспроизведение напряжения постоянного тока</th> </tr> <tr> <th>Поддиапазон U_p</th> <th colspan="3">Предел допускаемой основной погрешности, $\pm(\% \text{ от } U + \% \text{ от } U_p)$, при $t=(t_0 \pm 1) \text{ } ^\circ\text{C}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,2 В</td> <td colspan="3">0,0015+2,0 мкВ</td> </tr> <tr> <td>2 В</td> <td colspan="3">0,0015+0,0002</td> </tr> <tr> <td>20 В</td> <td colspan="3">0,001+0,00015</td> </tr> <tr> <td>200 В</td> <td colspan="3">0,0025+0,00025</td> </tr> <tr> <td>1000 В</td> <td colspan="3">0,0025+0,0005</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Воспроизведение силы постоянного тока</th> </tr> <tr> <th>Поддиапазон I_p</th> <th colspan="3">Предел допускаемой основной погрешности, $\pm(\% \text{ от } I + \% \text{ от } I_p)$, при $t=(23 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$</th> </tr> <tr> <td>0,2 мА; 2 мА; 20 мА</td> <td colspan="3">0,005+0,002</td> </tr> <tr> <td>200 мА</td> <td colspan="3">0,008+0,002</td> </tr> <tr> <td>2 А</td> <td colspan="3">0,01+0,004</td> </tr> <tr> <td>10 А</td> <td colspan="3">0,03+0,02</td> </tr> <tr> <th colspan="4">Воспроизведение силы переменного тока до 2 А в частотном диапазоне 0,1 Гц-10 кГц, до 10 А в частотном диапазоне 0,1 Гц-5 кГц</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Поддиапазон I_p</th> <th colspan="3">Предел допускаемой основной погрешности, $\pm(\% \text{ от } I + \% \text{ от } I_p)$, при $t=(23 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$</th> </tr> <tr> <th>0,1-1000 Гц</th> <th>1,1-5 кГц</th> <th>5,1-10 кГц</th> </tr> <tr> <td>0,2 мА</td> <td>0,05+0,01</td> <td>0,1+0,05</td> <td>0,5+0,25</td> </tr> <tr> <td>2 мА; 20 мА; 200 мА</td> <td>0,05+0,005</td> <td>0,08+0,01</td> <td>0,25+0,05</td> </tr> <tr> <td>2 А</td> <td>0,08+0,01</td> <td>0,15+0,015</td> <td>0,5+0,05</td> </tr> <tr> <td>10 А</td> <td>0,1+0,02</td> <td>0,5+0,05</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Воспроизведение напряжения постоянного тока				Поддиапазон U_p	Предел допускаемой основной погрешности, $\pm(\% \text{ от } U + \% \text{ от } U_p)$, при $t=(t_0 \pm 1) \text{ } ^\circ\text{C}$			0,2 В	0,0015+2,0 мкВ			2 В	0,0015+0,0002			20 В	0,001+0,00015			200 В	0,0025+0,00025			1000 В	0,0025+0,0005			Воспроизведение силы постоянного тока				Поддиапазон I_p	Предел допускаемой основной погрешности, $\pm(\% \text{ от } I + \% \text{ от } I_p)$, при $t=(23 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$			0,2 мА; 2 мА; 20 мА	0,005+0,002			200 мА	0,008+0,002			2 А	0,01+0,004			10 А	0,03+0,02			Воспроизведение силы переменного тока до 2 А в частотном диапазоне 0,1 Гц-10 кГц, до 10 А в частотном диапазоне 0,1 Гц-5 кГц				Поддиапазон I_p	Предел допускаемой основной погрешности, $\pm(\% \text{ от } I + \% \text{ от } I_p)$, при $t=(23 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$			0,1-1000 Гц	1,1-5 кГц	5,1-10 кГц	0,2 мА	0,05+0,01	0,1+0,05	0,5+0,25	2 мА; 20 мА; 200 мА	0,05+0,005	0,08+0,01	0,25+0,05	2 А	0,08+0,01	0,15+0,015	0,5+0,05	10 А	0,1+0,02	0,5+0,05	-
	Воспроизведение напряжения постоянного тока																																																																															
	Поддиапазон U_p	Предел допускаемой основной погрешности, $\pm(\% \text{ от } U + \% \text{ от } U_p)$, при $t=(t_0 \pm 1) \text{ } ^\circ\text{C}$																																																																														
	0,2 В	0,0015+2,0 мкВ																																																																														
	2 В	0,0015+0,0002																																																																														
	20 В	0,001+0,00015																																																																														
	200 В	0,0025+0,00025																																																																														
	1000 В	0,0025+0,0005																																																																														
	Воспроизведение силы постоянного тока																																																																															
	Поддиапазон I_p	Предел допускаемой основной погрешности, $\pm(\% \text{ от } I + \% \text{ от } I_p)$, при $t=(23 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$																																																																														
0,2 мА; 2 мА; 20 мА	0,005+0,002																																																																															
200 мА	0,008+0,002																																																																															
2 А	0,01+0,004																																																																															
10 А	0,03+0,02																																																																															
Воспроизведение силы переменного тока до 2 А в частотном диапазоне 0,1 Гц-10 кГц, до 10 А в частотном диапазоне 0,1 Гц-5 кГц																																																																																
Поддиапазон I_p	Предел допускаемой основной погрешности, $\pm(\% \text{ от } I + \% \text{ от } I_p)$, при $t=(23 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$																																																																															
	0,1-1000 Гц	1,1-5 кГц	5,1-10 кГц																																																																													
0,2 мА	0,05+0,01	0,1+0,05	0,5+0,25																																																																													
2 мА; 20 мА; 200 мА	0,05+0,005	0,08+0,01	0,25+0,05																																																																													
2 А	0,08+0,01	0,15+0,015	0,5+0,05																																																																													
10 А	0,1+0,02	0,5+0,05	-																																																																													

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного средства поверки. Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки																										
8.5.1.3	<p>Калибратор-вольтметр универсальный Н4-12:</p> <table border="1" data-bbox="411 315 1449 1227"> <thead> <tr> <th data-bbox="411 315 611 416" rowspan="2">Поддиапазон измерений, Уп</th> <th data-bbox="611 315 884 416" rowspan="2">Частотный диапазон</th> <th colspan="2" data-bbox="884 315 1449 383">Пределы допускаемой основной относительной погрешности, $\pm(\% \cdot U_{изм} + \% \cdot U_n)$</th> </tr> <tr> <th data-bbox="884 383 1166 416">1 год, Tcal $\pm 1^\circ\text{C}$</th> <th data-bbox="1166 383 1449 416">2 года, Tcal $\pm 5^\circ\text{C}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="411 416 611 589">0,2 В</td> <td data-bbox="611 416 884 589">0,1 Гц – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц 100 – 300 кГц 300 – 500 кГц 500 – 1000 кГц</td> <td data-bbox="884 416 1166 589">0,005 + 0,001 0,015 + 0,002 0,025 + 0,003 0,08 + 0,01 0,12 + 0,015 0,2 + 0,03</td> <td data-bbox="1166 416 1449 589">0,01 + 0,002 0,02 + 0,003 0,03 + 0,005 0,1 + 0,01 0,2 + 0,02 0,3 + 0,03</td> </tr> <tr> <td data-bbox="411 589 611 761">2 В</td> <td data-bbox="611 589 884 761">0,1 Гц – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц 100 – 300 кГц 300 – 500 кГц 500 – 1000 кГц</td> <td data-bbox="884 589 1166 761">0,0027 + 0,0003 0,0075 + 0,0005 0,009 + 0,001 0,03 + 0,003 0,09 + 0,01 0,15 + 0,03</td> <td data-bbox="1166 589 1449 761">0,006 + 0,0006 0,015 + 0,001 0,02 + 0,002 0,05 + 0,005 0,15 + 0,015 0,3 + 0,03</td> </tr> <tr> <td data-bbox="411 761 611 934">20 В</td> <td data-bbox="611 761 884 934">0,1 Гц – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц 100 – 300 кГц 300 – 500 кГц 500 – 1000 кГц</td> <td data-bbox="884 761 1166 934">0,0027 + 0,0003 0,0075 + 0,0005 0,009 + 0,001 0,03 + 0,003 0,09 + 0,01 0,15 + 0,03</td> <td data-bbox="1166 761 1449 934">0,006 + 0,0006 0,015 + 0,001 0,02 + 0,002 0,05 + 0,005 0,15 + 0,015 0,3 + 0,03</td> </tr> <tr> <td data-bbox="411 934 611 1023">200 В</td> <td data-bbox="611 934 884 1023">0,1 – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц</td> <td data-bbox="884 934 1166 1023">0,005 + 0,0005 0,01 + 0,001 0,015 + 0,0015</td> <td data-bbox="1166 934 1449 1023">0,01 + 0,001 0,02 + 0,002 0,03 + 0,003</td> </tr> <tr> <td data-bbox="411 1023 611 1144">1000 В</td> <td data-bbox="611 1023 884 1144">0,1 – 1 кГц 1 – 10 кГц 10 – 20 кГц 20 – 30 кГц 30 – 50 кГц</td> <td data-bbox="884 1023 1166 1144">0,005 + 0,0005 0,008 + 0,0008 0,01 + 0,001 0,02 + 0,002</td> <td data-bbox="1166 1023 1449 1144">0,01 + 0,001 0,015 + 0,0015 0,03 + 0,003 0,05 + 0,005</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="411 1144 1449 1227">Примечание - Предел «1000 В» реализуются совместно с высоковольтным блоком Н4-12БВ. Не нормируется (используется как источник)</p>	Поддиапазон измерений, Уп	Частотный диапазон	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, $\pm(\% \cdot U_{изм} + \% \cdot U_n)$		1 год, Tcal $\pm 1^\circ\text{C}$	2 года, Tcal $\pm 5^\circ\text{C}$	0,2 В	0,1 Гц – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц 100 – 300 кГц 300 – 500 кГц 500 – 1000 кГц	0,005 + 0,001 0,015 + 0,002 0,025 + 0,003 0,08 + 0,01 0,12 + 0,015 0,2 + 0,03	0,01 + 0,002 0,02 + 0,003 0,03 + 0,005 0,1 + 0,01 0,2 + 0,02 0,3 + 0,03	2 В	0,1 Гц – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц 100 – 300 кГц 300 – 500 кГц 500 – 1000 кГц	0,0027 + 0,0003 0,0075 + 0,0005 0,009 + 0,001 0,03 + 0,003 0,09 + 0,01 0,15 + 0,03	0,006 + 0,0006 0,015 + 0,001 0,02 + 0,002 0,05 + 0,005 0,15 + 0,015 0,3 + 0,03	20 В	0,1 Гц – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц 100 – 300 кГц 300 – 500 кГц 500 – 1000 кГц	0,0027 + 0,0003 0,0075 + 0,0005 0,009 + 0,001 0,03 + 0,003 0,09 + 0,01 0,15 + 0,03	0,006 + 0,0006 0,015 + 0,001 0,02 + 0,002 0,05 + 0,005 0,15 + 0,015 0,3 + 0,03	200 В	0,1 – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц	0,005 + 0,0005 0,01 + 0,001 0,015 + 0,0015	0,01 + 0,001 0,02 + 0,002 0,03 + 0,003	1000 В	0,1 – 1 кГц 1 – 10 кГц 10 – 20 кГц 20 – 30 кГц 30 – 50 кГц	0,005 + 0,0005 0,008 + 0,0008 0,01 + 0,001 0,02 + 0,002	0,01 + 0,001 0,015 + 0,0015 0,03 + 0,003 0,05 + 0,005
Поддиапазон измерений, Уп	Частотный диапазон			Пределы допускаемой основной относительной погрешности, $\pm(\% \cdot U_{изм} + \% \cdot U_n)$																							
		1 год, Tcal $\pm 1^\circ\text{C}$	2 года, Tcal $\pm 5^\circ\text{C}$																								
0,2 В	0,1 Гц – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц 100 – 300 кГц 300 – 500 кГц 500 – 1000 кГц	0,005 + 0,001 0,015 + 0,002 0,025 + 0,003 0,08 + 0,01 0,12 + 0,015 0,2 + 0,03	0,01 + 0,002 0,02 + 0,003 0,03 + 0,005 0,1 + 0,01 0,2 + 0,02 0,3 + 0,03																								
2 В	0,1 Гц – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц 100 – 300 кГц 300 – 500 кГц 500 – 1000 кГц	0,0027 + 0,0003 0,0075 + 0,0005 0,009 + 0,001 0,03 + 0,003 0,09 + 0,01 0,15 + 0,03	0,006 + 0,0006 0,015 + 0,001 0,02 + 0,002 0,05 + 0,005 0,15 + 0,015 0,3 + 0,03																								
20 В	0,1 Гц – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц 100 – 300 кГц 300 – 500 кГц 500 – 1000 кГц	0,0027 + 0,0003 0,0075 + 0,0005 0,009 + 0,001 0,03 + 0,003 0,09 + 0,01 0,15 + 0,03	0,006 + 0,0006 0,015 + 0,001 0,02 + 0,002 0,05 + 0,005 0,15 + 0,015 0,3 + 0,03																								
200 В	0,1 – 20 кГц 20 – 50 кГц 50 – 100 кГц	0,005 + 0,0005 0,01 + 0,001 0,015 + 0,0015	0,01 + 0,001 0,02 + 0,002 0,03 + 0,003																								
1000 В	0,1 – 1 кГц 1 – 10 кГц 10 – 20 кГц 20 – 30 кГц 30 – 50 кГц	0,005 + 0,0005 0,008 + 0,0008 0,01 + 0,001 0,02 + 0,002	0,01 + 0,001 0,015 + 0,0015 0,03 + 0,003 0,05 + 0,005																								
8.5.1.5	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная Р3026-2: диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0,01 до 111111,1 Ом, класс точности $0,005/1,5 \cdot 10^{-6}$																										
8.5.1.5	Магазин сопротивления Р40108: номинальное сопротивление меры 10^8 Ом, класс точности 0,02.																										
8.5.1.5	Мера сопротивления Р-4067: номинальное сопротивление меры 10^8 , Ом 10^{10} Ом, класс точности 0,05																										
8.5.1.6 8.5.6	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360: диапазон частот от 0,01 Гц до 200 кГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты $\pm(25 \cdot 10^{-6} \cdot F + 0,004 \text{ Гц})$; диапазон установки амплитуды напряжения (размах, п-п) на несимметричных выходах от 5 мкВ до 14,4 В (согласованная нагрузка «50Ω»), от 5 мкВ до 20 В (согласованная нагрузка «600 Ω») от 10 мкВ до 40 В (высокоомная нагрузка «Hi-Z»); пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня (при значениях уровня не менее 1 мВ) $\pm 1\%$																										
8.5.1.6 8.5.6	Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64/1: диапазон частот по входу А от 0,005 Гц до 150 МГц; пределы относительной погрешности кварцевого генератора по частоте $1 \cdot 10^{-8}$																										
8.5.2	Мультиметр цифровой 2001: погрешность измерения переменного напряжения $U_-(\text{rms})$ от 4 мВ до 10 В частотой 50 кГц в режиме "Analog Mode" не более $\pm(0,001 \cdot U_- + 0,00015 \cdot R)$, где R – предел диапазонов 200 мВ, 2В, 20 В; погрешность измерения постоянного напряжения $U_-(\text{rms})$ от 0 до 10 В не более $\pm(0,000037 \cdot U_- + 0,00015 \cdot R)$, где R – предел диапазонов 200 мВ, 2В, 20 В																										
8.5.2	Частотомер универсальный Tektronix FCA3000: относительная погрешность измерений частоты 10 МГц не более $\pm 7 \cdot 10^{-6}$																										

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного средства поверки. Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.5.2	Осциллограф цифровой люминофорный TDS3032B: полоса пропускания 300 МГц; относительная погрешность коэффициента отклонения не более $\pm 2\%$
8.5.3 8.5.4	Стандарт частоты рубидиевый FS725: выходной сигнал частотой 10 МГц; годовой дрейф частоты не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$; уровень сигнала +7 дБм
8.5.3	Преобразователь измерительный NRP-Z11: относительная погрешность измерения мощности от -60 до +20 дБм на частотах от 10 МГц до 8 ГГц не более $\pm 0,25$ дБ
8.5.3	Анализатор параметров радиотехнических трактов и сигналов портативный MS2038C: диапазон частот от 9 кГц до 20 ГГц; внешняя синхронизация 10 МГц; разрешение по частоте 1 Гц; уровень гармонических искажений второго порядка на частотах свыше 50 МГц не более -54 дБн; уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 10 кГц не более -100 дБн/Гц
8.5.3	Осциллограф цифровой TDS3012C: полоса пропускания 100 МГц; относительная погрешность коэффициента отклонения не более $\pm 2\%$
8.5.4	Ваттметр проходящей мощности СВЧ NRP-Z28: относительная погрешность измерений мощности от -50 до +20 дБм в диапазоне частот от 10 МГц до 18 ГГц не более $\pm 0,13$ дБ
8.5.4 8.5.6	Генератор сигналов Agilent E8257D: диапазон частот от 250 кГц до 20 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 7,5 \cdot 10^{-8}$
8.5.5	Калибратор осциллографов Fluke 5820A: диапазон воспроизведения постоянного напряжения на нагрузке 50 Ом от 0 до 6,6 В, абсолютная погрешность не более $\pm (2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \text{ мкВ})$; диапазон воспроизведения постоянного напряжения на нагрузке 1 Мом от 0 до 130 В, абсолютная погрешность не более $\pm (2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U + 25 \text{ мкВ})$; частота синусоидального сигнала до 600 МГц, относительная погрешность не более $\pm 3,3 \cdot 10^{-7}$; амплитуда U_{p-p} синусоидального сигнала на нагрузке 50 Ом от 5 мВ до 5 В, абсолютная погрешность не более $\pm (6 \cdot 10^{-2} \cdot U_p + 300 \text{ мкВ})$; амплитуда импульсов U_p от 4 мВ до 2,5 В; абсолютная погрешность не более $\pm (2 \cdot 10^{-2} \cdot U_p + 200 \text{ мкВ})$; время нарастания импульса на нагрузке 50 Ом не более 300 пс
8.5.5	Милливольтметр В3-52/1: диапазон измерения переменного напряжения от 1 мВ до 300 В, относительная погрешность не более 4 %;

Таблица 3 – ВО

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) дополнительного оборудования поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) основные технические характеристики
Раздел 6	Прибор комбинированный Testo 622: диапазон измерений температуры от -10 до +60 °С, предел допускаемой погрешности измерений температуры $\pm 0,4$ °С; диапазон измерений относительной влажности от 10 до 95 %, предел допускаемой погрешности измерений $\pm 3\%$; диапазон измерений абсолютного давления от 30 до 120 кПа, предел допускаемой погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа.

3.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых изделий с требуемой точностью.

3.3 Все средства измерений должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К поверке допускаются лица, аттестованные на право поверки средств измерений электрических величин, изучившие руководство по эксплуатации на изделие, знающие принцип действия используемых средств измерений, имеющие навыки работы на персональном компьютере.

4.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке и иметь удостоверение на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд. 3), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-2009, ГОСТ 12.2.091-2012, требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые средства поверки, а также прочие документы, устанавливающие требования к безопасности работ в месте проведения поверки.

6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С..... 20 ± 10 ;
- относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа.от 86,6 до 106,7;
- напряжение питания, В..... 220 ± 5 ;
- частота питающей сети, Гц $50 \pm 0,5$;

7 Подготовка к поверке

7.1 При подготовке к поверке:

- проверить наличие действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых средств поверки;
- проверить соблюдения условий разделов 5 и 6 настоящей инструкции;
- проверить правильность подключения и целостность электрических жгутов;
- подготовить изделие и средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- приступить к проведению операций поверки по п. 8.5.6 после выдерживания изделия во включенном состоянии не менее 30 минут.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- соответствие комплектности изделия эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений;
- исправность органов управления (четкость фиксации положения переключателей и кнопок, возможность установки переключателей в любое положение);
- отсутствие нарушений экранировки линий связи;
- отсутствие обугливания и следов разрушения и старения изоляции внешних токоведущих частей изделия;
- отсутствие неудовлетворительного крепления разъемов;
- подключение заземления изделия к шине заземления, а также проверить подключение заземления средств поверки;
- наличие товарного знака фирмы-изготовителя, заводского номера изделия и состояние лакокрасочного покрытия.

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются вышеперечисленные требования. В противном случае проверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.2.1 Проверку электрического сопротивления изоляции изделия выполнять с помощью мегомметра при отключенном напряжении питания следующим образом:

- подключить шнур питания к платформе модульной и нажать сетевой выключатель;
- подсоединить один щуп мегомметра к болту подключения заземления;
- подсоединять другой щуп мегомметра поочередно к левому и правому контакту вилки шнура питания, измеряя сопротивление изоляции;
- отжать сетевой выключатель.

8.2.2 Результаты проверки считать положительными, если минимальное измеренное значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

8.3 Опробование

8.3.1 Включить изделие (нажать сетевой выключатель и после запуска Windows запустить ярлык «уис-ат.exe» на рабочем столе).

8.3.2 Проверка низкочастотной части изделия:

- подключить выход «СН 0» модуля генератора НЧ сигналов NI PXI-5421 (далее – генератор НЧ сигналов) ко входу «СН 1» осциллографа с помощью кабеля коаксиального 1К-VX73-01. Открыть формы генератора НЧ сигналов и осциллографа (поставить галочки в соответствующие поля на главной форме). Установить на генераторе НЧ сигналов режим генерации синусоидального сигнала частотой 50 кГц и напряжением 2 В (rms), установить сопротивление нагрузки 1 МОм и нажать кнопку «Старт». Установить на осциллографе на вкладках «Запуск» и «Измерения» – «Канал 1». Установить на осциллографе на вкладке «Настройки каналов» – «Каналы 0 и 1», а также параметры «Вх. сопротивление», «В/деление», «Вх. диапазон», «Время развертки» в соответствии с рисунком 1. Наблюдать на входе «СН 1» осциллографа сигнал в соответствии с рисунком 1. Выключить режим генерации на генераторе НЧ сигналов (нажать кнопку «Пауза»);

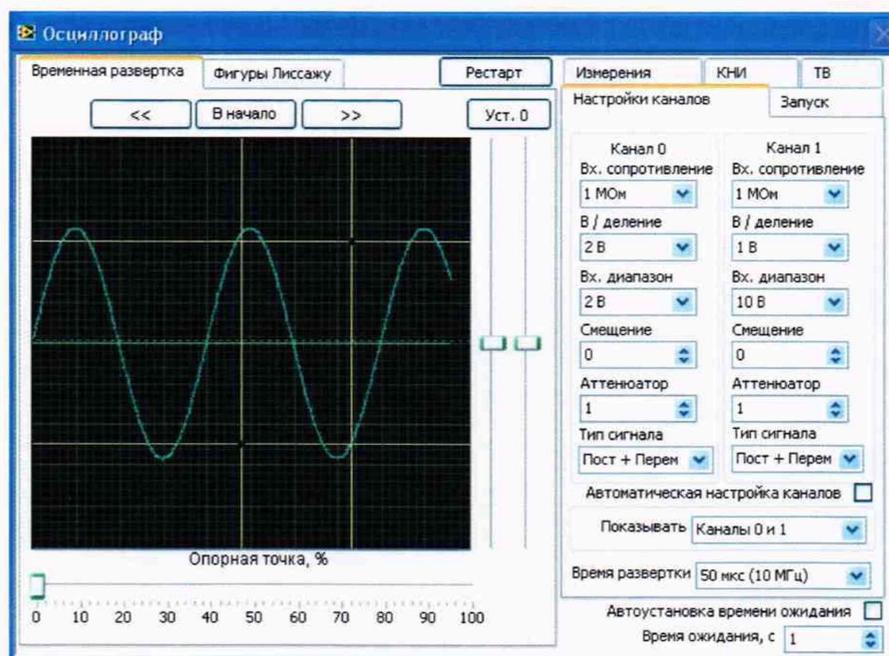


Рисунок 1 – Сигнал на входе «СН 1» осциллографа

- переключить кабель коаксиальный 1К-VX73-01 с канала «СН 1» на канал «СН 0» осциллографа. Установить на генераторе НЧ сигналов режим генерации синусоидального сигнала частотой 100 кГц и напряжением 4 В (rms), нажать кнопку «Старт». Установить на осциллогра-

фе на вкладках «Запуск» и «Измерения» – «Канал 0». Установить на осциллографе на вкладке «Настройки каналов» параметры «Вх. сопротивление», «В/деление», «Вх. диапазон», «Время развертки» в соответствии с рисунком 2. Наблюдать на входе «СН 0» осциллографа сигнал в соответствии с рисунком 2. Выключить режим генерации на генераторе НЧ сигналов (нажать кнопку «Пауза»);

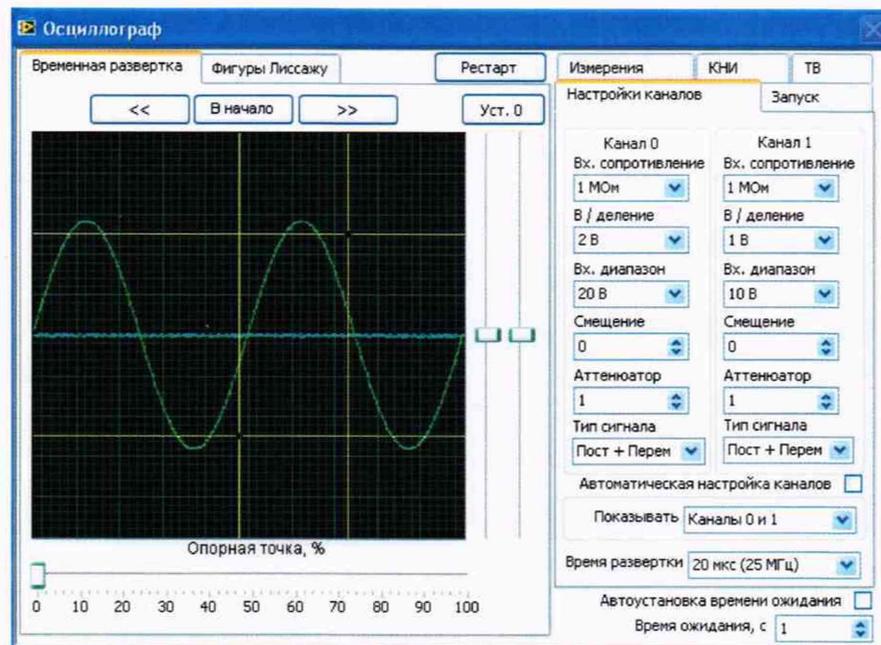


Рисунок 2 – Сигнал на входе «СН 0» осциллографа

– подключить переходник BNC(f)-banana к разъемам «HI» и «LO» мультиметра. Подключить кабель коаксиальный 1К-VX73-01 с канала «СН 0» осциллографа на переходник BNC(f)-banana, подключенный к каналу измерения напряжения мультиметра. Запустить на генераторе НЧ сигналов режим генерации синусоидального сигнала частотой 10 кГц и напряжением 4 В (rms), нажать кнопку «Старт». Открыть форму мультиметра, на вкладке «Настройки» установить переключатель в положение «Переменное напряжение» и перейти на вкладку «Измерение». Наблюдать на мультиметре значение напряжения переменного тока, которое должно составлять $(4 \pm 0,1)$ В;

– перейти на вкладку «Генератор пост. напряжения» на форме генератора НЧ сигналов, установить режим генерации сигнала постоянной величины 10 В и нажать кнопку «Перезапуск». На вкладке «Настройки» установить переключатель в положение «Постоянное напряжение» и перейти на вкладку «Измерение». Наблюдать на мультиметре значение напряжения постоянного тока, которое должно составлять $(10 \pm 0,1)$ В. Выключить режим генерации на генераторе НЧ сигналов (нажать кнопку «Пауза»);

– переключить кабель коаксиальный 1К-VX73-01 с мультиметра на канал «Channel B» частотомера. Перейти на вкладку «Функциональный генератор» на форме генератора НЧ сигналов, запустить режим генерации синусоидального сигнала частотой 100 кГц и напряжением 2 В (rms), нажать кнопку «Старт». Открыть форму частотомера, на вкладке «Настройки» выбрать в поле «Канал» пункт «Канал Б», нажать кнопку «Установить» и перейти на вкладку «Измерение». Наблюдать на частотомере частоту, которая должна составлять (100 ± 1) кГц. Выключить режим генерации на генераторе НЧ сигналов (нажать кнопку «Пауза»). Отсоединить переходник BNC(f)-banana; отсоединить кабель коаксиальный 1К-VX73-01.

8.3.3 Проверка высокочастотной части изделия:

– подключить выход «RF OUTPUT» модуля генератора ВЧ сигналов NI PXI-5671 (далее – генератор ВЧ сигналов) ко входу «INPUT 50 Ω 0V DC MAX» модуля анализатора ВЧ сигналов NI PXI-5660 (далее – анализатор ВЧ сигналов) с помощью кабеля соединительного SMA100. Открыть формы генератора ВЧ сигналов и анализатора ВЧ сигналов. Установить на генераторе ВЧ сигналов режим генерации синусоидального сигнала частотой 50 МГц и уровнем сигнала 0 дБм, нажать кнопку «Старт». Установить на анализаторе ВЧ сигналов центральную

частоту 50 МГц, полосу обзора 50 кГц, полосу пропускания 50 Гц (вкладка «Основные») и единицы «dBm» (вкладка «Опции»). Наблюдать на анализаторе ВЧ сигналов сигнал в соответствии с рисунком 3. Выключить режим генерации на генераторе ВЧ сигналов (нажать кнопку «Пауза»). Отсоединить кабель соединительный SMA100;

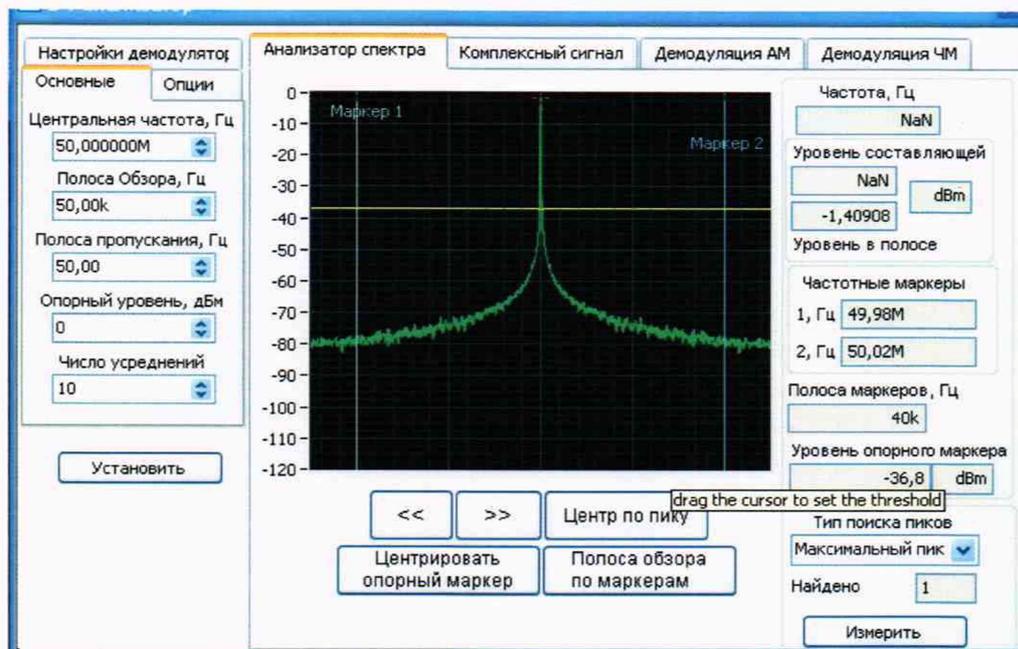


Рисунок 3 – Сигнал на анализаторе ВЧ сигналов

– подключить выход «RF OUTPUT» генератора ВЧ сигналов ко входу «Channel A» частотомера с помощью сборки кабельной СКР50-3-23-1,0-SMAm-BNCm. Установить на генераторе ВЧ сигналов режим генерации синусоидального сигнала частотой 50 МГц и уровнем сигнала 0 дБм, нажать кнопку «Старт». Открыть форму частотомера, на вкладке «Настройки» выбрать в поле «Канал» пункт «Канал А», выбрать диапазон «DC-225 МГц», импеданс 1 МОм, нажать кнопку «Установить» и перейти на вкладку «Измерение». Наблюдать на частотомере частоту, которая должна составлять $(50 \pm 0,1)$ МГц. Выключить режим генерации на генераторе ВЧ сигналов (нажать кнопку «Пауза»). Отсоединить сборку кабельную СКР50-3-23-1,0-SMAm-BNCm, закрыть программу и выключить изделие.

8.3.4 Результаты опробования считать положительными, если полученные значения параметров соответствуют контрольным значениям. В противном случае изделие бракуется и отправляется в ремонт или для проведения настройки.

8.4 Проверка контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора программного обеспечения)

8.4.1 К метрологически значимой части ПО изделия относятся компоненты:

- uis-at.exe;
- GxCnt.llb;
- lvanlys.dll;
- NILVAMT.dll;
- nipxi5600u.dll;
- rtms.llb.
- SML.dll.

8.4.2 Проверку целостности метрологически значимой части ПО изделия следует выполнять посредством сравнения цифровых идентификаторов каждого из указанных компонентов ПО, приведенных в разделе 1 паспорта изделия, с их реальными значениями, вычисленными для указанных файлов.

8.4.3 В качестве цифровых идентификаторов компонентов ПО применяются хеш-функции, вычисленные по алгоритму MD5. Для вычисления цифровых идентификаторов метрологически значимых компонентов используются встроенная функция рабочего приложения ПО изделия.

8.4.4 Для получения цифровых идентификаторов компонентов ПО необходимо запустить файл «УИС-АТ (md5)».

Идентификационные данные будут вычислены автоматически и отобразятся в нижней части окна, под заголовком «Идентификационные данные ПО УИС-АТ» (рисунок 4).

Идентификационные данные ПО УИС-АТ:

Идентификационное наименование ПО	Номер версии	Цифровой идентификатор ПО (по алгоритму md5)
уис-ат.exe	3.3	76FFB46FE33E415AC495ACB2A7313211
GxCnt.lib	1.0.0.0	2F9EC312384A8159D74353E1F7FFC36A
Ivanlys.dll	8.5.0.5	D8C42EE4A39C6F527EF372B2C344AF88
NILVAMT.dll	4.0.0.49152	375163994D7B5D61959C6B69067A3A7
nipxi5600u.dll	1.5.1.12289	94DCBBA9E70CAA51F9DB22758F7216
rtms.lib	1.0.0.0	5615A3CEAA7E23202EF0AA2EEB42DE32
SML.dll	1.1.1.12289	1D20487E907D982E96C0D52FB7C8B8

OK

Рисунок 4 – Вид окна «О программе» ПО изделия

8.4.5 Результат проверки цифровых идентификаторов ПО считается положительным, если полученные идентификационные данные программных компонентов (идентификационное наименование, номер версий и цифровой идентификатор), указанные в окне «О программе» для ПО изделия, соответствуют идентификационным данным, записанным в разделе 1 паспорта изделия.

8.5 Определение метрологических характеристик (МХ)

8.5.1 Определение МХ цифрового мультиметра

8.5.1.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока

- а) установить короткозамыкатель между гнездами «Н1», «ЛО» мультиметра;
- б) подготовить мультиметр к измерению напряжений постоянного тока при разрешении 6,5 разрядов;
- в) выждать 2 мин для минимизации термо-эдс;
- г) устанавливать на мультиметре диапазон в соответствии со столбцом 1 таблицы 1 приложения А и записывать измеренные мультиметром значения в столбец 4 таблицы 1 приложения А;
- д) отсоединить короткозамыкатель от гнезд «Н1», «ЛО» модуля;
- е) собрать схему проверки, подключив калибратор универсальный Н4-6 к клеммам УИС-АТ СПАН.441460.305 в соответствии с рисунком 5;

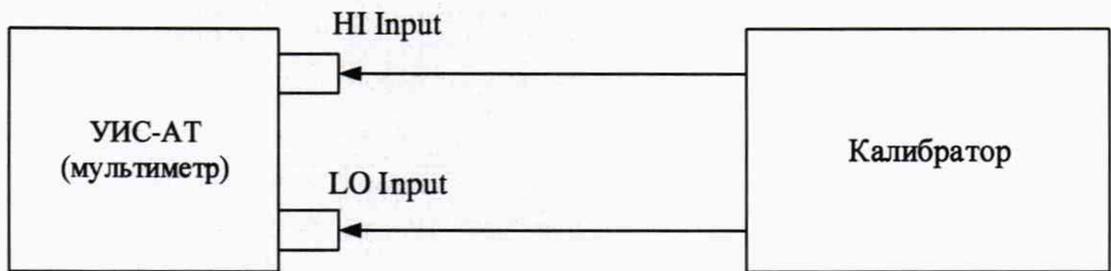


Рисунок 5 – Структурная схема соединения приборов при проверке погрешности измерений напряжения постоянного и переменного тока

- ж) перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока;
- з) установить на мультиметре диапазон модуля 100 мВ, отжать клавишу «Непрерывные измерения»;
- и) установить на калибраторе значение постоянного напряжения 0 В;
- к) выждать 2 мин для минимизации термо-эдс;
- л) активировать на мультиметре функцию компенсации смещения нуля и убедиться в том, что отсчет на мультиметре не превышает $\pm 0,3$ мкВ. В случае превышения данного значения отключить и повторно включить функцию компенсации;
- м) последовательно устанавливать на калибраторе значения напряжений (см. столбец 2 таблицы 1 приложения А), на мультиметре диапазон (см. столбец 1 таблицы 1 приложения А), и записывать измеренные мультиметром значения напряжений в столбец 4 таблицы 1 приложения А.

Результаты проверки считать положительными, если измеренные мультиметром значения напряжений постоянного тока не выходят за пределы допускаемых значений, приведенные в таблице 1 приложения А.

8.5.1.2 Определение погрешности измерений силы постоянного тока

- а) подготовить мультиметр к измерению силы постоянного тока при разрешении 6,5 разрядов;
- б) не присоединяя кабели к входам, устанавливать на мультиметре диапазон в соответствии со столбцом 1 таблицы 2 приложения А и записывать измеренные мультиметром значения в столбец 4 таблицы 2 приложения А;
- в) собрать схему проверки, подключив калибратор универсальный Н4-6 к клеммам УИС-АТ СПАН.441460.305 в соответствии с рисунком 6;

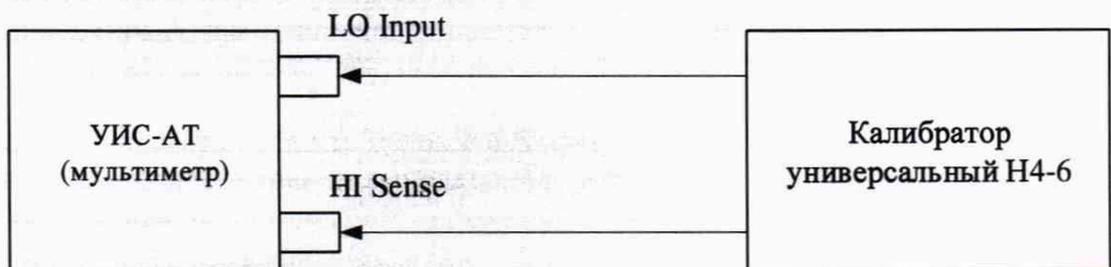


Рисунок 6 – Структурная схема соединения приборов при проверке погрешности измерений силы постоянного и переменного тока

- г) установить на калибраторе значение силы тока 0 А;
- д) последовательно устанавливать на калибраторе значения силы постоянного тока (см. столбец 2 таблицы 2 приложения А), на мультиметре диапазон (см. столбец 1 таблицы 2 приложения А), и записывать измеренные мультиметром значения силы постоянного тока в столбец 4 таблицы 2 приложения А.

Результаты проверки считать положительными, если измеренные мультиметром значения силы постоянного тока не выходят за пределы допустимых значений, приведенные в таблице 2 приложения А.

8.5.1.3 Определение погрешности измерений напряжения переменного тока

а) собрать схему проверки, подключив калибратор Н4-12 к клеммам УИС-АТ СПАН.441460.305 в соответствии с рисунком 5;

б) подготовить мультиметр к измерению напряжений переменного тока при разрешении 6,5 разрядов;

в) перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения переменного тока и установить синусоидальное напряжение 0 мВ;

г) последовательно устанавливать на калибраторе значения напряжений и частоты (см. столбцы 2 и 3 таблицы 3 приложения А), на мультиметре диапазон (см. столбец 1 таблицы 3 приложения А), и записывать измеренные мультиметром значения напряжений в столбец 5 таблицы 3 приложения А.

Результаты проверки считать положительными, если измеренные мультиметром значения напряжений переменного тока не выходят за пределы допустимых значений, приведенные в таблице 3 приложения А.

8.5.1.4 Определение погрешности измерений силы переменного тока

а) подготовить мультиметр к измерению силы переменного тока при разрешении 6,5 разрядов;

б) собрать схему проверки, подключив калибратор универсальный Н4-6 к клеммам УИС-АТ СПАН.441460.305 в соответствии с рисунком 6;

в) установить на калибраторе значение силы переменного тока 0 А и частоту 1 кГц;

г) последовательно устанавливать на калибраторе значения силы переменного тока (см. столбец 2 таблицы 4 приложения А), на мультиметре диапазон (см. столбец 1 таблицы 4 приложения А), и записывать измеренные мультиметром значения силы переменного тока в столбец 4 таблицы 4 приложения А.

Результаты проверки считать положительными, если измеренные мультиметром значения силы переменного тока не выходят за пределы допустимых значений, приведенные в таблице 4 приложения А.

8.5.1.5 Определение погрешности измерений сопротивления постоянному току

а) собрать схему проверки, подключив меру электрического сопротивления к клеммам УИС-АТ СПАН.441460.305 в соответствии с рисунком 7. Использовать двухпроводную схему (рисунок 7, а) при номинальных значениях сопротивления от 10 Ом до 10 МОм и четырехпроводную схему (рисунок 7, б) при номинальных значениях сопротивления от 1 МОм до 5 ГОм. В диапазоне сопротивлений от 10 Ом до 100 кОм использовать меру электрического сопротивления постоянного тока многозначную Р3026-2, в диапазоне сопротивлений от 100 кОм до 100 МОм использовать магазин сопротивления Р40108, в диапазоне сопротивлений от 100 МОм до 5 ГОм использовать меру сопротивления Р4067;

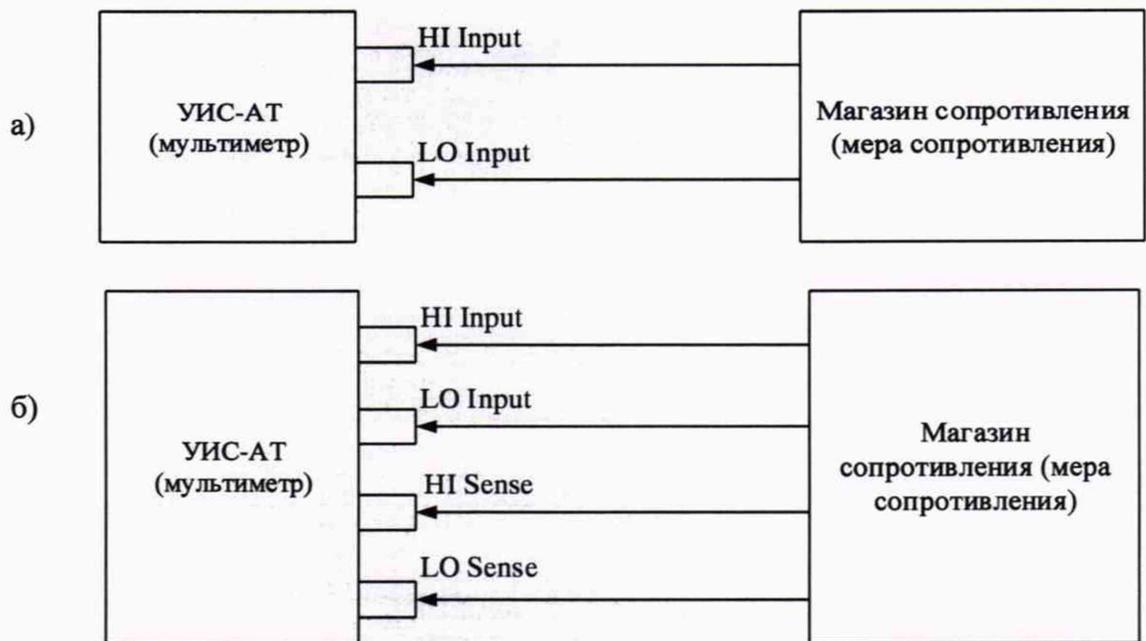


Рисунок 7 – Структурная схема соединения приборов при проверке погрешности измерений сопротивления: *а* – двухпроводная схема, *б* – четырёхпроводная схема

б) подготовить мультиметр к измерению сопротивления постоянному току при разрешении 6,5 разрядов;

в) устанавливать на мультиметре диапазон (см. столбец 1 таблицы 5 (6) приложения А) и последовательно подключать к клеммам мультиметра меры электрического сопротивления в соответствии со столбцом 3 таблицы 5 (6) приложения А;

г) записать результаты измерений в столбец 4 таблицы 5 (6) приложения А.

Результаты проверки считать положительными, если измеренные мультиметром значения сопротивления постоянному току не выходят за пределы допускаемых значений, приведенные в таблицах 5 и 6 приложения А.

8.5.1.6 Определение погрешности измерений частоты

а) собрать схему проверки, подключив частотомер электронно-счетный ЧЗ-64/1 и генератор сигналов DS360 к клеммам УИС-АТ СПАН.441460.305 в соответствии с рисунком 8;



Рисунок 8 – Структурная схема соединения приборов при проверке погрешности измерений частоты

б) подготовить мультиметр к измерению частоты при разрешении 6,5 разрядов и диапазоне измерения 1 В;

в) установить на генераторе синусоидальное напряжение с амплитудой 0,5 В;

- г) устанавливать на генераторе значения частоты в соответствии со столбцом 2 таблицы 7 приложения А и измерять ее значение с помощью мультиметра и частотомера;
- д) записать результаты измерений в столбцы 3 и 4 таблицы 7 приложения А;
- е) вычислить относительную погрешность измерений частоты δ_f по формуле 1:

$$\delta_f = (F_m - F_{\text{ч}})/F_{\text{ч}}, \quad (1)$$

где F_m – значение частоты, измеренное мультиметром, Гц;

$F_{\text{ч}}$ – значение частоты, измеренное частотомером, Гц.

Записать погрешность измерений в столбец 5 таблицы 7 приложения А.

Результаты проверки считать положительными, если относительная погрешность измерений частоты δ_f не превышает значения, приведенного в таблице 7 приложения А.

8.5.2 Определение МХ генератора НЧ сигналов

8.5.2.1 Определение МХ генератора НЧ осуществляется в соответствии с документом МП РТ 2103-2014 «Генераторы сигналов произвольной формы модульные NI PXI-5406, NI PXI-5412, NI PXI-5421, NI PXI-5422, NI PXI-5441, NI PXIe-5442. Методика поверки», утвержденном ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» 05.05.2014 г.

8.5.3 Определение МХ генератора ВЧ сигналов

8.5.3.1 Определение МХ генератора ВЧ сигналов осуществляется в соответствии с документом МП РТ 2104-2014 «Генераторы сигналов модульные NI PXI-5671. Методика поверки», утвержденным руководителем ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» 12.05.2014 г.

8.5.4 Определение МХ анализатора ВЧ сигналов

8.5.4.1 Определение МХ анализатора ВЧ сигналов осуществляется в соответствии с документом МП РТ 2105-2014 «Анализаторы сигналов модульные NI PXI-5660, NI PXI-5661. Методика поверки», утвержденным руководителем ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» 12.05.2014 г.

8.5.5 Определение МХ цифрового осциллографа

8.5.5.1 Определение МХ цифрового осциллографа осуществляется в соответствии с документом «Осциллографы цифровые PXI-5114. Методика поверки» ФЮРА.411000.002 МП, утвержденным руководителем ГЦИ СИ ФГУ «Томский ЦСМ», в июле 2010 г.

8.5.6 Определение МХ частотомера ВЧ сигналов

8.5.6.1 Определение погрешности измерения частоты проводить следующим образом:

а) собрать схему проверки, подключив электронно-счетный частотомер ЧЗ-64/1 и генератор через согласующую нагрузку 50 Ом (при необходимости) к выходу «Channel A» изделия согласно рисунку 9.

В диапазоне частот от 10 Гц до 200 кГц в качестве задающего генератора использовать генератор сигналов DS360, в диапазоне частот от 250 кГц до 2,25 ГГц использовать генератор сигналов Agilent E8257D.

В диапазоне частот от 10 Гц до 200 кГц устанавливать на генераторе уровень выходного сигнала 200 мВ, в диапазоне частот от 250 кГц до 2,25 ГГц – 500 мВ;

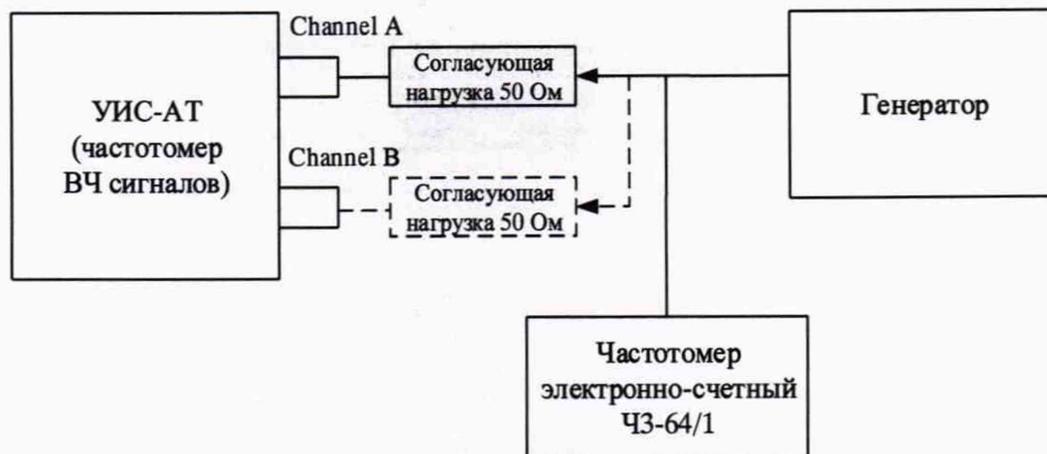


Рисунок 9 – Схема подключения оборудования для проверки частотомера ВЧ сигналов

- б) включить генератор и установить на генераторе напряжение 200 мВ и частоту 10 Гц;
- в) открыть в программе изделия вкладку «Частотомер». На вкладке «Настройки» выбрать в поле «Канал» пункт «Канал А», выбрать диапазон «DC-225 МГц», установить напряжение опорного уровня 0,01 В, нажать кнопку «Установить» и перейти на вкладку «Измерение»;
- г) зафиксировать в таблицу 8 (приложение А) частоту $f_{изм}$, измеренную частотомером ВЧ сигналов, и частоту $f_{эт}$, измеренную электронно-счетным частотомером ЧЗ-64/1 или установленную на генераторе Agilent E8257D;
- д) повторить действия по п. г), выставляя поочередно на генераторе частоты согласно таблице 8;
- е) подключить электронно-счетный частотомер ЧЗ-64/1 и генератор через согласующую нагрузку 50 Ом к выходу «Channel В» изделия. На вкладке «Настройки» выбрать в поле «Канал» пункт «Канал В», нажать кнопку «Установить» и перейти на вкладку «Измерение»;
- ж) выставляя поочередно на генераторе частоты согласно таблице 9 (приложение А), фиксировать в таблицу 9 частоту $f_{изм}$, измеренную частотомером ВЧ сигналов, и частоту $f_{эт}$, измеренную электронно-счетным частотомером ЧЗ-64/1 или установленную на генераторе Agilent E8257D;
- з) подключить генератор сигналов Agilent E8257D к выходу «Channel А» изделия. На вкладке «Настройки» выбрать в поле «Канал» пункт «Канал А», выбрать диапазон «100 МГц-2 ГГц», нажать кнопку «Установить» и перейти на вкладку «Измерение»;
- и) выставляя поочередно на генераторе Agilent E8257D частоты согласно таблице 10 (приложение А), фиксировать в таблицу 10 частоту $f_{изм}$, измеренную частотомером ВЧ сигналов, и частоту $f_{эт}$, установленную на генераторе Agilent E8257D;
- к) на вкладке «Настройки» выбрать диапазон «DC-225 МГц», нажать кнопку «Установить» и перейти на вкладку «Измерение»;
- л) установить на генераторе частоту 10 Гц;
- м) выставляя поочередно на генераторе напряжения согласно таблице 11 (приложение А), фиксировать в таблицу 11 частоту $f_{изм}$, измеренную частотомером ВЧ сигналов, и частоту $f_{эт}$, измеренную электронно-счетным частотомером ЧЗ-64/1;
- н) на вкладке «Настройки» выбрать диапазон «100 МГц 2 ГГц», нажать кнопку «Установить» и перейти на вкладку «Измерение»;
- о) установить на генераторе частоту 2 ГГц;
- п) выставляя поочередно на генераторе напряжения согласно таблице 12 (приложение А), фиксировать в таблицу 12 частоту $f_{изм}$, измеренную частотомером ВЧ сигналов, и частоту $f_{эт}$, установленную на генераторе Agilent E8257D;
- р) подключить электронно-счетный частотомер ЧЗ-64/1 и генератор через согласующую нагрузку 50 Ом (при необходимости) к выходу «Channel В» изделия. На вкладке «Настройки» выбрать в поле «Канал» пункт «Канал В», выбрать диапазон «DC-225 МГц», нажать кнопку «Установить» и перейти на вкладку «Измерение»;
- с) установить на генераторе частоту 10 Гц;

- т) выставляя поочерёдно на генераторе напряжения согласно таблице 13 (приложение А), фиксировать в таблицу 13 частоту $f_{\text{изм}}$, измеренную частотомером ВЧ сигналов, и частоту $f_{\text{эт}}$, измеренную электронно-счетным частотомером ЧЗ-64/1;
- у) установить на генераторе частоту 100 МГц;
- ф) выставляя поочерёдно на генераторе напряжения согласно таблице 14 (приложение А), фиксировать в таблицу 14 частоту $f_{\text{изм}}$, измеренную частотомером ВЧ сигналов, и частоту $f_{\text{эт}}$, установленную на генераторе Agilent E8257D;
- х) найти относительную погрешность измерения частоты δf по формуле 2:

$$\delta f = (f_{\text{изм}} - f_{\text{эт}})/f_{\text{эт}} \quad (2)$$

ц) по результатам вычислений заполнить таблицы 8 – 14 (приложение А).

Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений частоты переменного тока не превышают $\pm 1 \cdot 10^{-5}$.

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки на изделие выписывается свидетельство о поверке установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки, поверяемое изделие к дальнейшему применению не допускается. На такое изделие выписывается извещение о его непригодности к применению с указанием причин непригодности.

Начальник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Научный сотрудник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



А.Г. Максак

Н.Н. Данильченко

**Приложение А. Форма протокола поверки мультиметра NI PXI-4071 и
частотомера GTX-2230
(рекомендуемое)**

А.1 Результаты поверки модуля цифрового мультиметра NI PXI-4071

Таблица 1 – Результаты определения погрешности измерений напряжения постоянного тока

Диапазон модуля	Напряжение калибратора	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
1 В	КЗ	-50 мкВ		+50 мкВ
10 В	КЗ	-500 мкВ		+500 мкВ
100 В	КЗ	-5 мВ		+5 мВ
1000 В	КЗ	-50 мВ		+50 мВ
100 мВ	+100 мВ	+99,945 мВ		+100,055 мВ
100 мВ	-100 мВ	-100,055 мВ		-99,945 мВ
1 В	+1 В	+0,99945 В		+1,00055 В
1 В	-1 В	-1,00055 В		-0,99945 В
10 В	+10 В	+9,9945 В		+10,0055 В
10 В	-10 В	-10,0055 В		-9,9945 В
100 В	+100 В	+99,945 В		+100,055 В
100 В	-100 В	-100,055 В		-99,945 В
1000 В	+700 В	+699,45 В		+700,55 В
1000 В	-700 В	-700,55 В		-699,45 В

Таблица 2 – Результаты определения погрешности измерений силы постоянного тока

Диапазон модуля	Сила тока калибратора	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
1 мкА	XX	-0,5 нА		+0,5 нА
10 мкА	XX	-5 нА		+5 нА
100 мкА	XX	-50 нА		+50 нА
1 мА	XX	-0,5 мкА		+0,5 мкА
10 мА	XX	-5 мкА		+5 мкА
100 мА	XX	-50 мкА		+50 мкА
1 А	XX	-0,5 мА		+0,5 мА
3 А	XX	-1,5 мА		+1,5 мА
1 мкА	+1 мкА	+0,999 мкА		+1,001 мкА
1 мкА	-1 мкА	-1,001 мкА		-0,999 мкА
10 мкА	+10 мкА	+9,99 мкА		+10,01 мкА
10 мкА	-10 мкА	-10,01 мкА		-9,99 мкА
100 мкА	+100 мкА	+99,9 мкА		+100,1 мкА
100 мкА	-100 мкА	-100,1 мкА		-99,9 мкА
1 мА	+1 мА	+0,999 мА		+1,001 мА
1 мА	-1 мА	-1,001 мА		-0,999 мА
10 мА	+10 мА	+9,99 мА		+10,01 мА
10 мА	-10 мА	-10,01 мА		-9,99 мА
100 мА	+100 мА	+99,9 мА		+100,1 мА
100 мА	-100 мА	-100,1 мА		-99,9 мА
1 А	+1 А	+0,999 А		+1,001 А
1 А	-1 А	-1,001 А		-0,999 А
3 А	+2,2 А	+2,1974 А		+2,2026 А
3 А	-2,2 А	-2,2026 А		-2,1974 А

Таблица 3 – Результаты определения погрешности измерений напряжения переменного тока

Диапазон модуля	Установки калибратора		Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
	Напряжение	Частота			
1	2	3	4	5	6
50 мВ	5 мВ	1 кГц	4,9912 мВ		5,0088 мВ
50 мВ	50 мВ	30 Гц	49,9417 мВ		50,0583 мВ
50 мВ	50 мВ	1 кГц	49,9417 мВ		50,0583 мВ
50 мВ	50 мВ	50 кГц	49,9417 мВ		50,0583 мВ
50 мВ	50 мВ	100 кГц	49,656 мВ		50,344 мВ
50 мВ	50 мВ	300 кГц	49,470 мВ		50,530 мВ
500 мВ	50 мВ	1 кГц	49,912 мВ		50,088 мВ
500 мВ	500 мВ	30 Гц	499,417 мВ		500,583 мВ
500 мВ	500 мВ	1 кГц	499,417 мВ		500,583 мВ
500 мВ	500 мВ	50 кГц	499,417 мВ		500,583 мВ
500 мВ	500 мВ	100 кГц	496,56 мВ		503,44 мВ
500 мВ	500 мВ	300 кГц	494,70 мВ		505,30 мВ
5 В	500 мВ	1 кГц	499,12 мВ		500,88 мВ
5 В	5 В	30 Гц	4,99417 В		5,00583 В
5 В	5 В	1 кГц	4,99417 В		5,00583 В
5 В	5 В	50 кГц	4,99417 В		5,00583 В
5 В	5 В	100 кГц	4,9656 В		5,0344 В
5 В	5 В	300 кГц	4,9470 В		5,0530 В
50 В	5 В	1 кГц	4,9912 В		5,0088 В
50 В	50 В	30 Гц	49,9417 В		50,0583 В
50 В	50 В	1 кГц	49,9417 В		50,0583 В
50 В	50 В	50 кГц	49,9417 В		50,0583 В
50 В	50 В	100 кГц	49,656 В		50,344 В
50 В	20 В	300 кГц	19,365		20,636
700 В	200 В	30 Гц	194,043		205,957
700 В	200 В	1 кГц	194,043		205,957
700 В	200 В	50 кГц	194,043		205,957
700 В	200 В	100 кГц	194,043		205,957
700 В	20 В	300 кГц	19,083		20,917

Таблица 4 – Результаты определения погрешности измерений силы переменного тока

Диапазон модуля	Сила тока калибратора	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
100 мкА	9 мкА	8,62 мкА		9,38 мкА
100 мкА	100 мкА	97,8 мкА		102,2 мкА
1 мА	100 мкА	96,0 мкА		104,0 мкА
1 мА	1 мА	0,978 мА		1,022 мА
10 мА	1 мА	0,96 мА		1,04 мА
10 мА	10 мА	9,78 мА		10,22 мА
100 мА	10 мА	9,6 мА		10,4 мА
100 мА	100 мА	97,8 мА		102,2 мА
1 А	100 мА	94,5 мА		105,5 мА
1 А	1 А	0,99 А		1,01 А
3 А	300 мА	283,5 мА		316,5 мА
3 А	2,2 А	2,174 А		2,226 А

Таблица 5 – Результаты определения погрешности измерений сопротивления по 2-х проводной схеме

Диапазон модуля	Сопротивление на калибраторе	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
100 Ом	0 Ом	0 Ом		0,0014 Ом
1 кОм	0 Ом	0 Ом		0,014 Ом
10 кОм	0 Ом	0 Ом		0,14 Ом
100 кОм	0 Ом	0 Ом		1,4 Ом
1 МОм	0 Ом	0 Ом		14 Ом
10 МОм	0 Ом	0 Ом		180 Ом
100 Ом	100 Ом	99,9886 Ом		100,0114 Ом
1 кОм	1 кОм	0,999886 кОм		1,000114 кОм
10 кОм	10 кОм	9,99886 кОм		10,00114 кОм
100 кОм	100 кОм	99,9886 кОм		100,0114 кОм
1 МОм	1 МОм	0,999886 МОм		1,000114 МОм
10 МОм	10 МОм	9,99732 МОм		10,00268 МОм

Таблица 6 – Результаты определения погрешности измерений сопротивления по 4-х проводной схеме

Диапазон модуля	Сопротивление на калибраторе	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное модулем значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
1 МОм	1 МОм	0,999886 МОм		1,000114 МОм
10 МОм	10 МОм	9,997320 МОм		10,002680 МОм
100 МОм	100 МОм	99,578 МОм		100,422 МОм
5 ГОм	5 ГОм	4,65 ГОм		5,35 ГОм

Таблица 7 – Результаты определения погрешности измерений частоты

Установки на генераторе		Частота, измеренная мультиметром Фм, кГц	Частота, измеренная частотомером Фч, кГц	δ_F	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
Амплитуда	Частота				
1	2	3	4	5	6
0,5 В	1 Гц				$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
0,5 В	20 кГц				
0,5 В	200 кГц				

А.2 Результаты поверки модуля частотомера ВЧ сигналов GTX-2230

Таблица 8 – Результаты проверки погрешности измерений частоты до 100 МГц (канал А)

Проверяемые отметки частоты	$f_{\text{физм}}$	$f_{\text{эт}}$	δf	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
10 Гц				$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
100 Гц				
1 кГц				
10 кГц				
100 кГц				
1 МГц				
10 МГц				
100 МГц				
225 МГц				

Таблица 9 – Результаты проверки погрешности измерений частоты до 100 МГц (канал В)

Проверяемые отметки частоты	$f_{\text{физм}}$	$f_{\text{эт}}$	δf	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
10 Гц				$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
100 Гц				
1 кГц				
10 кГц				
100 кГц				
1 МГц				
10 МГц				
100 МГц				
225 МГц				

Таблица 10 – Результаты проверки погрешности измерений частоты от 100 МГц до 2 ГГц (канал А)

Проверяемые отметки частоты	$f_{\text{физм}}$	$f_{\text{эт}}$	$\delta f, \%$	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
100 МГц				$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
200 МГц				
500 МГц				
1 ГГц				
1,5 ГГц				
2 ГГц				

Таблица 11 – Результаты проверки погрешности измерений частоты 10 Гц при различных уровнях напряжения (канал А)

Проверяемые отметки напряжения, СКЗ, В	f _{физм}	f _{эт}	δf	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
0,2				$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
0,5				
0,8				
1,0				
1,2				

Таблица 12 – Результаты проверки погрешности измерений частоты 2 ГГц при различных уровнях напряжения (канал А)

Проверяемые отметки-напряжения, СКЗ, В	f _{физм}	f _{эт}	δf	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
0,5				$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
0,8				
1,0				
1,2				

Таблица 13 Результаты проверки погрешности измерений частоты 10 Гц при различных уровнях напряжения (канал В)

Проверяемые отметки напряжения, СКЗ, В	f _{физм}	f _{эт}	δf ,	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
0,2				$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
0,5				
0,8				
1,0				
1,2				

Таблица 14 – Результаты проверки погрешности измерений частоты 100 МГц при различных уровнях напряжения (канал В)

Проверяемые отметки-напряжения, СКЗ, В	f _{физм}	f _{эт}	δf	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
0,2				$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
0,5				
0,8				
1,0				
1,2				

