

2 Поверка прибора

2.1 Операции поверки.

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Операция поверки	№ пункта методики поверки
Определение действительных значений сопротивления набора резисторов С2-29В	2.6.1
Внешний осмотр	2.6.2
Опробование	2.6.3
Определение метрологических характеристик:	
Определение значений рабочих частот	2.6.5.2
Определение значения коэффициента гармоник источника сигнала	2.6.5.3
Определение значений напряжения и тока короткого замыкания источника сигнала	2.6.5.4
Определение значений погрешностей измерения	2.6.5.5
Проверка измерения при наличии напряжения смещения	2.6.5.6
Проверка выходного сопротивления источника смещения	2.6.5.6

2.2 Организация рабочего места поверки.

2.2.1 Для проведения поверки размещают прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественного охлаждения.

2.2.2 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.2.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Таблица 2.2

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки	Номер пункта методики поверки
	Пределы измерения	Погрешность, разрешение		
Частотомер (П1)	10 мс	0.003%	ЧЗ-63	2.6.5.2
Вольтметр (П2)	=10 В, ~10 В, =10 мА	2%	В7-40	2.6.5.4, 2.6.5.6
Измеритель нелинейных искажений (П3)	0.3%	0.05%	С6-11	2.6.5.3
Компаратор сопротивлений (П4)	0.5%	0.01%	Р3015	2.6.1
Катушки сопротивления для цепей постоянного тока				2.6.5.5
1 Ом (П5)		0.01%	Р321	
10 Ом (П6)		0.01%	Р321	
100 Ом (П7)		0.01%	Р331	
1 кОм (П8)		0.01%	Р331	
10 кОм (П9)		0.01%	Р331	
100 кОм (П10)		0.01%	Р331	
Мера многозначная 1 МОм (П11)		0.01%	Р3045	
Примечания 1 Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью. 2 Средства измерений, используемые для поверки, должны быть поверены в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 8.576.				

2.2.2 При проведении поверки применяют вспомогательное оборудование, указанное в таблице 2.3.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЕЭ2.724.015 РЭЗ				Лист
									5

Таблица 2.3

Тип использо- ванного оборудо- вания	Наименование оборудования, деци- мальный номер	Номиналь- ное значение параметра	Ко- личе- ство	Пункт методи- ки по- верки
Резистор (R1)	C2-29B-0.125-1 МОм±0.1%-1.0-A	1 МОм	1	2.6.5.5
Резистор (R2)	C2-29B-0.125-100 кОм±0.1%-1.0-C	100 кОм	1	2.6.5.5
Резистор (R3)	C2-29B-0.125-10 кОм±0.1%-1.0-C	10 кОм	1	2.6.5.5
Резистор (R4)	C2-29B-0.125-1 кОм±0.1%-1.0-C	1 кОм	1	2.6.5.4, 2.6.5.5
Резистор (R5)	C2-29B-0.125-100 Ом±0.25%-1.0-A	100 Ом	1	2.6.5.5
Резистор (R6)	C2-29B-0.125-10 Ом±0.5%-1.0-A	10 Ом	1	2.6.5.5, 2.6.5.6
Резистор (R7)	C2-29B-0.125-1 Ом±0.5%-1.0-B	1 Ом	1	2.6.5.5
Резистор (R8,R9)	C2-29B-0.125-51.1 Ом±0.25%-1.0-A	51 Ом	2	2.6.5.5
Резистор (R10)	C2-29B-0.125-2.61 кОм ±0.25%-1.0-A	2.61 кОм	1	2.6.5.6
Конденсатор (C1)	K10-73-16-M47-1000 пФ±5%	1000 пФ	1	2.6.5.6

Примечания

1 Вместо указанных в таблице резисторов C2-29B-0.125 разрешается применять резисторы других типов или меры электрического сопротивления, допускающие работу в цепях переменного тока и имеющие характеристики по точности и температурному коэффициенту сопротивления не хуже, чем у резисторов C2-29B.

2 Вместо конденсатора типа K10-73 можно применять керамические конденсаторы других типов с температурным коэффициентом емкости M47 или МП0.

3 Резисторы R6 и R7 (10 Ом и 1 Ом) измеряются по четырехзажимной схеме (см. приложение Б)

2.2.3 При проведении поверки необходимо использовать руководство по эксплуатации ЕЭ2.724.015 РЭ.

2.3 Требования безопасности при поверке.

ВНИМАНИЕ!

Любой разрыв защитного проводника внутри или вне прибора или отсоединение зажима защитного заземления может сделать прибор опасным. Любое отсоединение заземления запрещено.

Инв. № полл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

					ЕЭ2.724.015 РЭЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		6

2.4 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды, °С	20±5
относительная влажность воздуха, %	30-80
атмосферное давление, кПа (мм рт. Ст.)	84-106 (630-795)
напряжение сети питания, В	220±4,4
частота промышленной сети, Гц	50±0,2

Примечание - Параметры сети питания гарантируются ГОСТ 13109 (Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения) и не контролируются.

2.5 Подготовка к поверке

Подготовка прибора к поверке осуществляется в соответствии с разделом “Подготовка к работе” руководства по эксплуатации ЕЭ2.724.015 РЭ.

2.6 Проведение поверки

2.6.1 Определение действительных значений сопротивления набора резисторов С2-29В

Перед проведением поверки необходимо определить действительные значения сопротивления набора резисторов С2-29В 1 Ом – 1 МОм на постоянном токе. Действительные значения резисторов С2-29В определяются с помощью компаратора сопротивлений П4 и катушек сопротивления для цепей постоянного тока П5 – П11 в соответствии с техническим описанием на компаратор П4. При этом для уменьшения влияния температурного коэффициента сопротивления рекомендуется, чтобы мощность, рассеиваемая на резисторах С2-29В, не превышала 10 мВт. Действительные значения резисторов рекомендуется занести в графу 5 протокола по форме таблицы А.1.

Инв. № полл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЕЭ2.724.015 РЭЗ		Лист		
							7		

2.6.2 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:

комплектность прибора должна соответствовать таблице 4.2 ЕЭ2.724.015 РЭ;

пломбы должны быть неповрежденными;

внешний вид прибора должен соответствовать требованиям раздела 4 ЕЭ2.724.015 РЭ;

надписи на передней и задней панелях должны соответствовать таблице 6.1 ЕЭ2.724.015 РЭ.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

2.6.3 Опробование

Опробование работы прибора производить по пп. 7.3.4, 7.3.5 руководства по эксплуатации ЕЭ2.724.015 РЭ для оценки его исправности. Неисправные приборы бракуются и направляются в ремонт.

2.6.4 Указания о возможности автоматизированной поверки

Допускается применение автоматизированной поверки с использованием ПЭВМ и разработанной потребителем программы поверки. Программа должна быть разработана с учетом последовательности и содержания операций поверки..

2.6.5 Определение метрологических характеристик

2.6.5.1 Если специально не оговорено, перед определением каждой метрологической характеристики прибор должен находиться в следующем режиме:

Частота 1 кГц

Уровень сигнала Высокий

Инов. № полл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
ЕЭ2.724.015 РЭЗ				Лист
				8

Смещ/Гут	Выключено
Измеряемый параметр	R/G
Выбор предела измерения	Автоматический
Запуск	Автоматический

К прибору должно быть подключено универсальное подключающее устройство (УПУ), измеряемый объект отключен (режим ХХ).

2.6.5.2 Проверку рабочих частот прибора проводят следующим образом:
подключить вход частотомера П1 между зажимом IU и нейтралью УПУ и измерить период $T_{ИЗМ}$;

вычислить относительную погрешность установки частоты в процентах по формуле:

$$\delta F = \frac{T_{ИЗМ} - T_{НОМ}}{T_{НОМ}} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

где $T_{НОМ}$ - номинальное значение периода установленной частоты измерения, мс

$$T_{НОМ} = \frac{1}{F(НОМ)} \quad (2.2)$$

где $F(НОМ)$ - номинальное значение установленной частоты измерения, кГц
установить частоту измерения 0.1 кГц и провести аналогичное измерение.

Результат считать удовлетворительным, если относительная погрешность установки частоты не превышает 0,02 %.

2.6.5.3 Проверку нелинейных искажений измерительного сигнала проводят следующим образом:

подключить вход измерителя нелинейных искажений ПЗ между зажимом IU и нейтралью УПУ и измерить коэффициент нелинейных искажений на частоте 1 кГц.

Повторить измерения для частоты 0.1 кГц.

Результат проверки считать удовлетворительным, если полученное значение коэффициента нелинейных искажений не превышает 0.2 %.

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ЕЭ2.724.015 РЭЗ

Лист

9

2.6.5.4 Проверку напряжения источника сигнала проводят следующим образом. Напряжение холостого хода U измеряют вольтметром П2 между зажимами «IU» и нейтралью УПУ на обеих частотах при высоком и низком уровне сигнала.

Для измерения тока короткого замыкания к УПУ подключают резистор $R4 = 1\text{ кОм}$ и измеряют напряжение между зажимом «IU» и нейтралью УПУ при высоком уровне сигнала. Результат измерения обозначают $U1$.

Вычисляют ток короткого замыкания источника сигнала по формуле:

$$I_{K3} = \frac{1}{R4} \cdot \frac{U \cdot U1}{U - U1} \quad (\text{мА}) \quad (2.3)$$

где U – напряжение холостого хода, В

$U1$ – напряжение, В, при подключенном резисторе $R4$.

Повторяют измерение тока короткого замыкания при низком уровне сигнала.

Аналогично проводят измерение тока короткого замыкания на частоте 0.1 кГц.

Допускается непосредственное измерение тока короткого замыкания миллиамперметром эффективного (среднеквадратического) тока.

Результат проверки считают удовлетворительным, если напряжение холостого хода и ток короткого замыкания источника сигнала находятся в пределах (3 ± 0.3) В и (3 ± 0.6) мА на высоком уровне сигнала; (0.2 ± 0.03) В и (0.2 ± 0.06) мА на низком уровне сигнала.

2.6.5.5 Определение основной погрешности измерения (п.4.4.5) следует проводить следующим образом.

В режиме ХХ (холостой ход, измеряемый объект отсутствует) и в режиме КЗ (короткое замыкание, измерительные выводы УПУ замкнуты) проводят коррекцию начальных параметров прибора нажатием кнопки ►0◄. Замыкание измерительных выводов следует выполнять медным или алюминиевым проводником сечением не менее 2 мм^2 , при этом расстояние между выводами УПУ не должно быть более 1 см.

Измеряют параметры ХХ, КЗ в режимах, указанных в таблице 2.4.

Инв. № полл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и лага						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЕЭ2.724.015 РЭЗ					Лист
										10

Результаты измерения рекомендуется заносить в протокол по форме таблицы А2.

Измеряют параметры резисторов R1-R7 в режимах, указанных в таблице 2.4. Результаты измерения рекомендуется заносить в протокол по форме таблицы А1.

Соединяют пайкой последовательно два резистора (R8 и R9) по 51 Ом (см. таблицу 2.3). Измеряют в режимах таблицы 2.4 сопротивления R8, R9, R8+R9 и их индуктивности L1, L2, L1+L2. Вычисляют

$$\Delta R = (R8+R9)-R8-R9 \text{ и } \Delta L = (L1+L2)-L1-L2.$$

Вычисляют погрешности измерения по сопротивлению резисторов R1 – R7 как разность между результатом измерения и действительным значением резистора, определенным по п.2.6.1.

Результат испытаний считают удовлетворительным, если:

$|\Delta R|$ и $|\Delta L|$ не более 0,05 Ом и 0,08 мГ соответственно;

погрешности измерения по сопротивлению резисторов R1 – R7 не выходят за пределы значений, рассчитанных по формулам, приведенным в таблице 4.5 ЕЭ2.724.015 РЭ;

измеренные значения реактивных параметров (L или C) резисторов R1 – R7 не превышают значений, рассчитанных в соответствии с разделом 4 ЕЭ2.724.015 РЭ и с учетом начальных реактивных параметров резисторов R1 – R7.

Примечания:

1 - Начальная конструктивная емкость резисторов С2-29В-0.125 составляет (0.2 ± 0.02) пФ. Конструктивная индуктивность резисторов С2-29В- 0.125, составляет (0.010 ± 0.002) мкГн. При учете конструктивной индуктивности резисторов R1 – R7 следует принять во внимание, что при использовании универсального подключающего устройства (УПУ) из состава Е7-16 начальная индуктивность при измерении короткого замыкания (КЗ) может изменяться на значение до 0.05 мкГн при изменении конфигурации выводов УПУ. Для уменьшения изменения начальной индуктивности следует сохранять конфигурацию выводов УПУ при калибровке по КЗ и при измерении резистора $R7 = 1 \text{ Ом}$.

Инв. № полл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЕЭ2.724.015 РЭЗ					Лист
										11

Рассчитанные допускаемые значения погрешностей измерения по сопротивлению и допускаемые значения реактивных параметров резисторов типа С2-29В-0.125 с учетом их начальных реактивных параметров и конфигурации выводов УПУ приведены в таблице А.1. При использовании резисторов R1 – R7 другого типа необходимо учесть возможное изменение начальных реактивных параметров резисторов.

2 – Пределы допускаемых значений по индуктивности (L) при измерении КЗ в таблице А.2 приведены с учетом изменения конфигурации выводов УПУ.

Таблица 2.4

Измеряемый объект	Предел измерения	Измеряемый параметр	Частота измерения, кГц	Уровень сигнала, В
XX	1-4	R/G; L/C	0,1;1	3
	2	R/G; L/C	0,1;1	0,2
КЗ	5-8	R/G; L/C	0,1;1	3
	7	R/G; L/C	0,1;1	0,2
1 МОм (R1)	1	R/G; L/C	0,1;1	3
100 кОм (R2)	2	R/G; L/C	0,1;1	3; 0,2
10 кОм (R3)	3	R/G; L/C	0,1;1	3
1 кОм (R4)	4,5	R/G; L/C	0,1;1	3
100 Ом (R5)	6	R/G; L/C	0,1;1	3
10 Ом (R6)	7	R/G; L/C	0,1;1	3; 0,2
1 Ом (R7)	8	R/G; L/C	0,1;1	3
51 Ом (R8)	6	R/G; L/C	1	3
51 Ом (R9)	6	R/G; L/C	1	3
(51+51)Ом (R8+R9)	6	R/G; L/C	1	3

2.6.5.6 Проверку работы прибора при подаче напряжения смещения (п.4.4.8 ЕЭ2.724.015 РЭ) проводят следующим образом.

Измеряют постоянное напряжение смещения $U_{см}$ с помощью вольтметра П2 на зажимах IU УПУ относительно его нейтрали.

Инв. № полл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	
					Подпись и дата

Подключают между зажимами I,U и нейтралью УПУ резистор $R_6 = 10 \text{ Ом}$, устанавливают 6 предел и измеряют с помощью вольтметра П2 постоянное напряжение U_6 на резисторе.

Вычисляют выходное сопротивление источника смещения по формуле:

$$R_{\text{ВЫХ}} = R_6 \cdot \frac{U_{\text{СМ}} - U_6}{U_6} \text{ (Ом);} \quad (2.4)$$

В ручном режиме запуска производят по 10 измерений емкости C и фактора потерь D конденсатора $C1$ на втором пределе на частоте 1 кГц без смещения и при подаче смещения. Усредняют полученные значения и вычисляют разности ΔC и ΔD между усредненными значениями при подаче смещения и без смещения.

Проверяют погрешность измерения тока утечки следующим образом.

Измеряют начальный ток утечки $I_{0\text{ут}}$ при отсутствии измеряемого объекта.

Измеряют ток утечки $I_{1\text{ут}}$ при подключении к зажимам УПУ последовательно включенных резистора 2.61 кОм и вольтметра П2 в режиме измерения постоянного тока. Погрешность измерения тока утечки вычисляют как разность показаний проверяемого прибора и вольтметра (в режиме измерения постоянного тока).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если: разности ΔC и ΔD при измерении емкости со смещением и без смещения не выходят за пределы $1,9 \text{ пФ}$ и $0,0015$; напряжение и выходное сопротивление источника смещения составляют $(5 \pm 0.3) \text{ В}$ и $(150 \pm 50) \text{ Ом}$ соответственно; начальный ток утечки $I_{0\text{ут}}$ не превышает $\pm 1 \text{ мкА}$ и погрешность измерения тока $I_{1\text{ут}}$ не превышает 50 мкА .

2.7 Оформление результатов поверки

Положительные результаты поверки оформляют в порядке, установленном в метрологической службе, выполняющей поверку в соответствии с ГОСТ РВ 8.576.

Приборы, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки) признаются непригодными к эксплуатации.

Инв. № полл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЕЭ2.724.015 РЭЗ					Лист
										13

Приложение А
(рекомендуемое)

Формы таблиц протоколов испытаний

Таблица А.1

Измеряемый объект	Предел	Частота, кГц	Уровень сигнала, В	Действительное значение резистора	Результат измерения (R/G, L/C)	Погрешность измерения	Пределы допускаемой погрешности (±) и допускаемых значений по реактивному параметру
1	2	3	4	5	6	7	8
1 МОм	1	0,1	3				0,002 МОм 0,2±2,4 пФ
		1	3				0,002 МОм 0,2±0,24 пФ
100кОм	2	0,1	3				0,18 кОм 0,020 нФ
			0,2				0,25 кОм 0,032 нФ
		1	3				0,18 кОм 0,2±2,0 пФ
			0,2				0,25 кОм 0,2±3,4 пФ
10 кОм	3	0,1	3				0,018 кОм 0,20 нФ
		1	3				0,018 кОм 0,020 нФ
1 кОм	4	0,1	3				0,0018кОм 2,0 нФ
		1	3				0,0018кОм 0,20 нФ
1 кОм	5	0,1	3				1,8 Ом 2,0 мГн
		1	3				1,8 Ом 0,20 мГн

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
100 Ом	6	0,1	3				0,18 Ом 0,20 мГн
		1	3				0,18 Ом 0,020 мГн
10 Ом	7	0,1	3				0,018 Ом 0,020 мГн
			0,2				0,025 Ом 0,032 мГн
10 Ом	7	1	3				0,018 Ом 2,1 мкГн
			0,2				0,025 Ом 3,3 мкГн
1 Ом	8	0,1	3				2,0 мОм 2,5 мкГн
		1	3				2,0 мОм 0,29 мкГн

Таблица А.2 -

Измеряе- мый объект	Пре дел	Часто- та, кГц	Уровень сигнала, В	R/G L/C	Пределы допускае- мых значений,(±)
				Результат измерения	
1	2	3	4	5	6
XX	1	0,1	3		0,5 нСим 0,8 пФ
			3		0,5 нСим 0,08 пФ
	2	0,1	3		0,003 мкСим 0,004 нФ
			0,2		0,010 мкСим 0,016 нФ
			1		0,003 мкСим 0,4 пФ

Инв. № дубл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Подпись и дата
Инв. № подл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЕЭ2.724.015 РЭЗ	Лист
						15

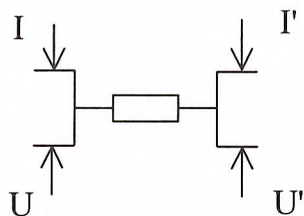
Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6
ХХ			0,2		0,010 мкСим 1,6 пФ
	3	0,1	3		0,03 мкСим 0,04 нФ
		1	3		0,03 мкСим 0,004 нФ
	4	0,1	3		0,3 мкСим 0,4 нФ
		1	3		0,3 мкСим 0,04 нФ
КЗ	5	0,1	3		0,3 Ом 0,4 мГн
		1	3		0,3 Ом 0,04 мГн
	6	0,1	3		0,03 Ом 0,04 мГн
		1	3		0,03 Ом 0,004 мГн
	7	0,1	3		0,003 Ом 0,004 мГн
			0,2		0,010 Ом 0,016 мГн
		1	3		0,003 Ом 0,5 мкГн
			0,2		0,010 Ом 1,7 мкГн
	8	0,1	3		0,5 мОм 0,9 мкГн
		1	3		0,5 мОм 0,13 мкГн

Инд. № полл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

					ЕЭ2.724.015 РЭЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		16

Схема подключения резисторов по четырехзажимной схеме



Инв. № полл.	Подпись и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ЕЭ2.724.015 РЭЗ			Лист
								17

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов				Всего лис- тов в доку- менте	N докум.	Входящий N сопро- водитель- ного до- кумента и дата	Под- пись	Дата
	Изме- нен- ных	Заме- нен- ных	Новых	Анну- лиров- ванных					

Инв. № полл.	Подпись и дата		Взам. инв. №	Инв. № дубл.		Подпись и дата

					ЕЭ2.724.015 РЭЗ	Лист
						18
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		