

КОНТРОЛЬНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР



г.р. 4353-24

**E7-8**

**ИЗМЕРИТЕЛЬ  
L, C, R ЦИФРОВОЙ**

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.724.007 TO

Альбом 1

г.р. 4353-24



**13. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

Осмотр внутреннего и внешнего состояния монтажа и узлов прибора производится после истечения гарантийного срока один раз в два года. Проверяется крепление узлов, состояние паек, контактов, качество работы переключаателей, удаляется пыль и коррозия. Загрязненные места покрываются смазкой (например, ЦИАТИМ 201).

Порядок проведения профилактических работ:

- снимите с прибора верхнюю и нижнюю крышки и струей сжатого воздуха удалите пыль;
- освободите от крепления и выньте печатные платы;
- протрите спиртом контакты печатных плат (промывку производить мягкой кистью);
- поставьте платы на место и закройте крышки прибора.

**14. ПОВЕРКА ПРИБОРА**

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки измерителя L, C, R цифрового Е7-8. Межповерочный интервал прибора Е7-8 устанавливается в соответствии с требованиями раздела 3 ГОСТ 8.002-71. Рекомендуются интервалы поверки 1 раз в 12 месяцев.

14.1. При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 20.

Таблица 20

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, прова-водимых при поверке	Пове-ряемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или пределы-ные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образ-цовые	вспомогат-ельные
14.3.1	Внешний осмотр				
14.3.2	Опробование				
14.3.3	Определение мет-рологических па-раметров: определение по-грешности рабо-чей частоты	1000 Гц	±10 Гц		УЗ-57

*Продолжение табл. 20*

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, прова-димых при поверке	Пове-ряемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или пределы-ные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образ-цовые	вспомогат-ельные
	определение основ-ных погрешно-стей измерения емкости, индук-тивности, сопротив-ляемости, про-водимости и тан-генса угла по-терь с кабелем соединительным № 2	В соответ-ствии с табл. 23-25	В соответ-ствии с п. 2.7	Р596 Р597 Р361	ОМЛТ МРХ
	определение основ-ных погрешно-стей величин с устройством при-соединительным 3.669.014-01	емкость разомкну-тых зажи-мов индуктив-ность зам-кнутых за-жимов сопротив-ление зам-кнутых за-жимов	1 мФ, не более 1 мкГн, не более 0,1 Ом, не более		Пове-ряемый прибор

Примечания: 1. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомо-гательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствую-щих параметров с требуемой точностью.

2. Вся контрольно-измерительная аппаратура должна быть поверена в соответствии с требованиями ГОСТ 8.002-71.

14.1.2. Образцовые и вспомогательные средства поверки должны иметь технические характеристики, указанные в табл. 21.

Таблица 21

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
1. Частотомер электронно-счетный	(990—1000) Гц	$\pm 0,005 \%$	ЧЗ-57 или ЧЗ-38	
2. Меры емкости образцовые	1 пФ — 1 мкФ	$\pm \left( 0,03 + \frac{0,2}{C_g} \right) \%$	P597	
3. Меры индуктивности образцовые	1 мкГн — 0,4 Гн	$\pm \left( 0,03 + \frac{0,2}{L_g} \right) \%$	P596	
4. Катушки сопротивления безреактивные	1 Ом, 10 Ом, 100 Ом, 1000 Ом	$\pm 0,02 \%$	P361	
5. Мост сопротивлений постоянного тока	10 кОм — 10 МОм	$\pm 0,02 \%$	P369	
6. Омметр цифровой	$(10^{-3} - 10^3) \text{ Ом}$	$\pm 0,1 \%$	Ш34	
7. Набор резисторов	10 кОм — 1,2 МОм (см. табл. 22)	$\pm 0,03 \%$	МРХ	
8. Набор резисторов	(см. табл. 22)	$\pm 5 \%$	ОМЛТ	
9. Измеритель емкости	0,01 пФ — 100 мкФ	$\pm 0,3 \%$	E7-10	

14.2. Условия поверки и подготовка к ней

14.2.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура воздуха, К (°С)  $293 \pm 5$  ( $20 \pm 5$ );  
относительная влажность воздуха, %  $65 \pm 15$ ;  
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)  $100 \pm 4$   
( $750 \pm 30$ );

напряжение питающей сети, В  $220 \pm 4,4$ ;

частота питающей сети, Гц  $50 \pm 0,5$ ;

содержание гармоник питающей сети, % до 5.

14.2.2. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

— выполнить подготовительные работы, указанные в разделе 10 настоящего описания;

— тумблер ЗАПУСК установить в положение СЛЕДЯЩИЙ;

— включить прибор и прогреть в течение 1 мин.

14.3. Проведение поверки

14.3.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть проверено:

- отсутствие механических повреждений корпуса;
- наличие и прочность крепления органов управления;
- наличие предохранителей;
- чистота гнезд, разъемов и клемм;
- состояние измерительных кабелей, проводов;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок.

При наличии дефектов прибор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

14.3.2. Опробование

Для опробования прибора в работе необходимо осуществить проверку на функционирование по п. 11.1 настоящего описания.

При обнаружении неисправности прибор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

14.3.3. Определение метрологических параметров

2) определение погрешности установки рабочей частоты прибора производится методом непосредственного измерения ее на гнезде 1 разъема **КОНТРОЛЬНЫЕ ВЫХОДЫ** с помощью частотомера (п. 1, табл. 21).

Погрешность рабочей частоты прибора вычисляется по формуле

$$\Delta f = \frac{f_{\text{изм}} - 1000 \text{ Гц}}{1000 \text{ Гц}} \cdot 100 \% \quad (21)$$

где  $f_{\text{изм}}$  — измеренное значение частоты в Гц.

Погрешность установки рабочей частоты прибора должна быть не более  $\pm 1 \%$ .

б) определение основных погрешностей измерения емкости, индуктивности, сопротивления, проводимости и тангенса угла потерь с кабелем соединительным № 2 производится путем измерения образцовых мер емкости, индуктивности и сопротивления, значения которых приведены в табл. 22.

Погрешности аттестации мер емкости не должны превышать:

— по емкости до 1 мкФ  $\pm \left( 0,03 + \frac{0,2}{C_d} \right) \%$ ,

где  $C_d$  — действительное значение емкости конденсатора в пикофарадах;

— по тангенсу угла потерь  $\pm 1 \cdot 10^{-4}$

В качестве мер емкости могут быть использованы конденсаторы двухэлектродной и трехэлектродной конструкции (п. 2 табл. 21).

Погрешности аттестации мер индуктивности не должны превышать:

$$\pm \left( 0,03 + \frac{2}{L_d} \right) \%$$

где  $L_d$  — действительное значение индуктивности меры в микрогенри (п. 3 табл. 21).

Погрешности аттестации мер сопротивления не должны превышать  $\pm 0,03 \%$ . Значение постоянного времени меры 24 должно быть известно с погрешностью  $\pm 1 \cdot 10^{-8}$  (п. 4 табл. 21).

В качестве мер 24—26 используются катушки сопротивления Р361 (п. 4 табл. 21) со значениями сопротивления 1 10, 100 и 1000 Ом и параллельно включенными дополнительными резисторами, сопротивления которых приведены в табл. 22.

При этом значение сопротивления меры Р рассчитывается по формуле

$$R = \frac{R_d \cdot R_{\text{доп}}}{R_d + R_{\text{доп}}} \quad (22)$$

где  $R_d$  — действительное значение сопротивления меры,

$R_{\text{доп}}$  — значение сопротивления дополнительного резистора.

В качестве мер сопротивления 27—30 могут быть использованы резисторы МРХ (п. 7 табл. 21), измеренные на мосте постоянного тока (п. 5 табл. 21) с погрешностью  $\pm 0,03 \%$ .

Значения сопротивления дополнительных резисторов определяются по мосту постоянного тока (п. 6 табл. 21) с погрешностью:

- не более  $\pm 1 \%$  для мер 2—12, 14—17 и 24—26;
- не более  $\pm 0,1 \%$  для меры 13.

Таблица 22

Условный номер мер	Значение мер, С, L или R	Дополнительный резистор	Вид соединения	Тип дополнительного резистора
1	0,9—1,1 пФ	—	—	—
2	10—15 пФ	15—30 кОм	последовательное	МЛТ-0,25
3	28—32 пФ	5—15 кОм	>	МЛТ-0,25
4	95—99 пФ	1,5—3 кОм	>	МЛТ-0,25
5	101—120 пФ	1,5—3 кОм	>	МЛТ-0,25
6	280—320 пФ	500 Ом—1,5 кОм	>	МЛТ-0,25

Продолжение табл. 22

Условный номер меры	Значение меры С, Л или Р	Дополнительный резистор	Вид соединения	Тип дополнительного резистора
7	900—990 пФ	150—300 Ом	Последовательное	МЛТ-0,25
8	1,01—1,1 нФ	150—300 Ом	»	МЛТ-0,25
9	2,8—3,2 нФ	130—150 Ом	»	МЛТ-0,25
10	9,0—9,9 нФ	9—11 МОм	параллельное	МЛТ-1
11	10,01—11 нФ	9—11 МОм	»	МЛТ-1
12	28—32 нФ	3—4 МОм	»	МЛТ-0,5
13	28—32 нФ	5,7—6 КОм	»	МРХ
14	90—99 нФ	1—2 МОм	»	МЛТ-0,25
15	100,1—110 нФ	1—2 МОм	»	МЛТ-0,25
16	280—320 нФ	300—400 КОм	»	МЛТ-0,25
17	0,9—0,99 мкФ	100—200 КОм	»	МЛТ-0,25
18	0,9—1,1 мкФ	—	—	—
19	290—310 мкФ	—	—	—
20	2,9—3,1 мГн	—	—	—
21	29—31 мГн	—	—	—
22	290—310 мГн	—	—	—
23	1 Ом	—	—	—
24	9,980—9,990 Ом	5,1 КОм±5 %	параллельное	МЛТ-0,25
25	99,80—99,90 Ом	51 КОм±5 %	»	МЛТ-0,25
26	998,0—999,0 Ом	510 КОм±5 %	»	МЛТ-0,25
27	11—12 КОм	—	—	МРХ-0,25±
28	80—90 КОм	—	—	±0,05 %
29	110—120 КОм	—	—	МРХ-0,25±
30	1,1—1,2 МОм	—	—	±0,02 % МРХ-0,25± ±0,02 %

в) определение основных погрешностей измерения пологательной и отрицательной емкости и тангенса угла потерь. Номера мер и параметры, подлежащие измерению, приведены в табл. 23.

Таблица 23

Номера мер	Измеряемые параметры	Режимы измерения
1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 17	Положительная емкость, тангенс угла потерь	С, tgδ
19—22	Отрицательная емкость, тангенс угла потерь	— С, tgδ

Определение основной погрешности измерения положительной емкости производится в следующем порядке:  
— из табл. 22 по значению емкости конденсатора, подлежащего измерению, определяется сопротивляемость дополнительного резистора и вид его соединения с конденсатором.

Примечание. В случае измерения конденсатора трехэлектродной конструкции с последовательным резистором, полученное из табл. 22 значение сопротивления резистора должно быть уменьшено в  $\left(1 + \frac{C_2}{C_1}\right)$  раз, где  $C_2$  — действительное значение емкости вывода 1 образцового конденсатора на экран.

— резистор присоединяют к конденсатору и измеряют полученную цепь на приборе Е7-8. Если тангенс угла потерь образцового конденсатора не менее  $6 \cdot 10^{-4}$ , подключать дополнительный резистор не следует.

Схемы подключения цепи к прибору для конденсаторов двухэлектродной конструкции представлены на рис. 25 и трехэлектродной — на рис. 26;

— основная погрешность измерения емкости подсчитывается по формуле

$$\Delta C = C_{\text{изм}} - C_1, \quad (23)$$

где  $C_{\text{изм}}$  — измеренное прибором значение емкости образцового конденсатора.

— Основная погрешность измерения тангенса угла потерь определяется по формуле

$$\Delta \text{tg} \delta = \text{tg} \delta_{\text{изм}} - \text{tg} \delta_1, \quad (24)$$

где  $tg\delta_{изм}$  — измеренное прибором значение тангенса угла потерь,

$$tg\delta_d = tg\delta_d + tg\delta_{расч},$$

где  $tg\delta_d$  — действительное значение тангенса угла потерь образцового конденсатора,

$tg\delta_{расч} = \frac{1}{\omega C_d R_{пар}}$  — для параллельного соединения резистора с конденсаторами обеих конструкций,

$tg\delta_{расч} = \omega C_d R_{послед}$  — для последовательного соединения резистора с конденсатором двухэлектродной конструкции и

$tg\delta_{расч} = \omega R_{послед} (C_d + C_{г2})$  — для последовательного соединения резистора с конденсатором трехэлектродной конструкции.

Примечание. Если значение емкости  $C_d$  неизвестно, его следует измерить на любом приборе, обеспечивающем трехзначные измерения емкости с погрешностью не более  $\pm 1\%$  (п. 9, табл. 21).

Определение основной погрешности измерения отрицательной емкости производится в следующем порядке:

— к гнезду 1 разъема **КОНТРОЛЬНЫЕ ВЫХОДЫ** подключается частотомер (п. 1 табл. 21) в режиме измерения периода. Период колебаний измеряется с пятизначным отсчетом;

— производятся измерения мер в соответствии с табл. 23; — погрешность измерения отрицательной емкости рассчитывается по формуле

$$\Delta(-C) = |C_{изм}| - C_n \quad (25)$$

где  $|C_{изм}|$  — абсолютное значение отрицательной емкости, измеренное прибором;

$C_n$  — действительное значение отрицательной емкости, рассчитываемое по формуле

$$C_n = \frac{25,3302 T^2}{L_d (1 + T^2 tg^2 \delta_{изм})} \quad (26)$$

где  $T$  — измеренный период колебаний в миллисекундах;

$C_d$  — в микрофарадах;

$L_d$  — в миллигенри.

Расчет  $C_n$  проводится с погрешностью до пятого знака. Пример расчета  $\Delta(-C)$  и  $C_n$  приведен в приложении 4.

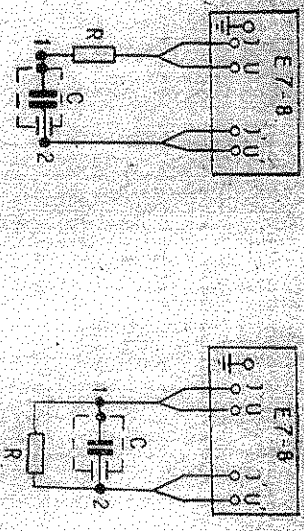


Рис. 25. Схема подключения двухэлектродных конденсаторов с резисторами к прибору Е7-8

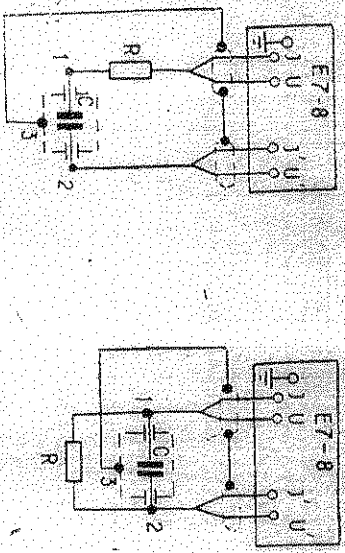


Рис. 26. Схема подключения трехэлектродных конденсаторов с резисторами к прибору Е7-8

Погрешности измерений не должны превышать: емкости от 0,01 пФ до 10 мкФ

положительной  $\pm [1 \cdot 10^{-3} (1 + 0,5 tg\delta) C_{изм} + 0,01 \text{ пФ} + 1 \cdot 10^{-4} C_k]$ ;

отрицательной  
 $\pm [1 \cdot 10^{-3} (1 + \text{tg}\delta) C_{\text{изм}} + 0,01 \mu\Phi + 1 \cdot 10^{-4} C_{\text{к}}]$ ;  
 отрицательной и положительной емкости от 10 мкФ до 100 мкФ  
 $\pm [1 \cdot 10^{-3} (1,5 + \text{tg}\delta) C_{\text{изм}} + 1 \cdot 10^{-4} C_{\text{к}}]$ ;  
 тангенса угла потерь положительной емкости  
 $\pm (5 \cdot 10^{-4} + 5 \cdot 10^{-3} \text{tg}\delta)$  до 10 мкФ,  
 $\pm (1 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3} \text{tg}\delta)$  свыше 10 мкФ;

Г) определение основных погрешностей измерений положительной и отрицательной индуктивности и тангенса угла потерь. Номера мер и параметры, подлежащие измерению, приведены в табл. 24.

*Таблица 24*

Номера мер	Измеряемые параметры	Режимы измерения
18—22	Положительная индуктивность	L, tgδ
3, 6, 9, 13, 16	Отрицательная индуктивность и тангенс угла потерь	-L, tgδ

Основная погрешность измерения положительной индуктивности подсчитывается по формуле

$$\Delta L = L_{\text{изм}} - L_{\text{д}} \quad (27)$$

где  $L_{\text{изм}}$  — измеренное прибором значение индуктивности.

Измерение отрицательной индуктивности производится в порядке, изложенном в п. 14.3.3в, для отрицательной емкости при контроле периода колебаний генератора частотометром ЧЗ-57 на гнезде I разъема **КОНТРОЛЬНЫЕ ВЫХОДЫ**.

Основная погрешность измерения отрицательной индуктивности рассчитывается по формуле

$$\Delta(-L) = |L_{\text{изм}}| - L_{\text{д}} \quad (28)$$

где  $|L_{\text{изм}}|$  — абсолютное значение отрицательной индуктивности, измеренное прибором.

$L'_{\text{д}}$  — действительное значение отрицательной индуктивности, рассчитываемое по формуле

$$L'_{\text{д}} = \frac{25,3302 T^2}{C_{\text{д}} (1 + T^2 \text{tg}^2 \delta_{\text{расч}})} \quad (29)$$

где T — период колебаний в миллисекундах;

$L'_{\text{д}}$  — в миллигенри;

$C_{\text{д}}$  — в микрофарадах;

$\text{tg}\delta_{\text{расч}}$  — определяется по методике п. 14.3.3в.

Требования к погрешностям определения периода и расчета те же, что в п. 14.3.3в.

Основная погрешность измерения тангенса угла потерь определяется по формуле (24).

Погрешности измерения не должны превышать:

— положительной и отрицательной индуктивности

$$\pm [1 \cdot 10^{-3} (1 + \text{tg}\delta) L_{\text{изм}} + 0,1 \text{ мкГн} + 1 \cdot 10^{-4} L_{\text{к}}];$$

— тангенса угла потерь отрицательной индуктивности

$$\pm (1 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3} \text{tg}\delta);$$

Д) определение основных погрешностей измерения сопротивления и проводимости.

Номера мер и параметры, подлежащие измерению, приведены в табл. 25.

*Таблица 25*

Номера мер	Измеряемые параметры	Режимы измерения
23	Сопротивление	$\pm L, R$
25—30	Сопротивление, проводимость	$\pm L, R, \pm C, G$
24	Сопротивление и положительная или отрицательная индуктивность, проводимость и положительная или отрицательная емкость	$\pm L, R, \pm C, G$

Основные погрешности измерения сопротивления и проводимости рассчитываются соответственно по формулам:

$$\Delta R = R_{изм} - R_n \tag{30}$$

$$\Delta G = G_{изм} - G_n \tag{31}$$

где  $R_{изм}$  и  $G_{изм}$  — измеренные прибором значения сопротивления и проводимости;

$$G_d = \frac{1}{R_d} \tag{32}$$

Погрешности измерения не должны превышать:

— сопротивления  $\pm [1 \cdot 10^{-3} (1 + tg \varphi) R_{изм} + 1 \cdot 10^{-4} R_n]$ ;

— проводимости  $\pm [1 \cdot 10^{-2} (1 + tg \varphi) G_{изм} + 1 \cdot 10^{-4} G_n]$

и измеренное значение реактивной составляющей меры 24 должно быть не более:

$\pm 0,012$  мкФ при измерениях проводимости и  $\pm 1,2$  мкГн при измерениях сопротивления;

е) определение основных погрешностей измерения величин с устройством присоединительным 3 669 014-01 проведено в следующем порядке:

— к прибору подключается устройство присоединительное, клеммы которого установлены на минимально возможном расстоянии;

— переключатель ЗАПУСК устанавливается в положение РУЧНОЙ;

— переключатели прибора устанавливаются в режим работы С, G;

— нажимается педаль устройства и измеряется его начальная емкость, значение которой не должно превышать  $1,0$  нФ;

— клеммы устройства замыкаются медной или латунной пластиной шириной порядка  $1$  см;

— переключатели прибора переводятся в режим работы L, R и G, R;

— нажимается педаль устройства и измеряются его последовательные сопротивления и индуктивность, значения которых не должны превышать  $0,1$  Ом и  $1,0$  мкГн соответственно.

### 14.4. Оформление результатов поверки

14.4.1. Положительные результаты поверки оформляются путем:

— клеймения прибора в предусмотренных для этого местах и записи результатов поверки в формуляр или выдачи свидетельства о ведомственной поверке.

— выдачи свидетельства о государственной поверке в случае государственной поверки.

Результаты измерений заносятся в протокол, форма которого соответствует табл. 10 раздела «Периодическая поверка основных нормативно-технических характеристик» формуляра 2.724.007 ФО.

14.4.2. Прибор, имеющий отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается. В этом случае выдается справка о его непригодности к применению с записью в ней параметров, по которым прибор не соответствует техническим условиям.

### 15. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

15.1. Прибор при хранении должен размещаться на стенах лажа на уровне  $1,5$  м от пола и не ближе  $2$  м от дверей, вентиляционных отверстий, отопительных устройств в рабочем положении в следующих условиях:

а) в отапливаемых хранилищах при температуре окружающей среды от  $278$  до  $313$  К (от  $5$  до плюс  $40$  °С) и относительной влажности до  $80$  % при температуре  $298$  К ( $25$  °С) и ниже без конденсации влаги. Срок хранения  $5$  лет;

б) в неотапливаемых хранилищах при температуре окружающей среды от  $223$  до  $313$  К (от минус  $50$  до плюс  $40$  °С) и относительной влажности до  $98$  % при температуре  $298$  К ( $25$  °С) и ниже без конденсации влаги. Срок хранения  $3$  года.

Приборы, поступающие на склад потребителя, могут храниться в упаковочном ящике не более  $12$  месяцев.

15.2. В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

15.3. Прибор перед закладкой на длительное хранение (на срок более  $2,5$  лет) должен быть законсервирован. При этом: