

УСН



**E7-8**

**ИЗМЕРИТЕЛЬ  
L, C, R ЦИФРОВОЙ**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**2.724.007 ГО**

**Альбом 1**

1337

### 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 переключателей, удаляется пыль и коррозия. Защищенные 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;  
 промойте 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.

Рекомендуемый интервал поверки 1 раз в 12 месяцев.

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

Таблица 20

Номер пункта	Наименование операций, производимых при поверке	Поворачиваемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
14.3.1	Внешний осмотр				
14.3.2	Отробованне				
14.3.3	Определение метрологических параметров:	1000 Hz	$\pm 10$ Hz		43-57
	определение погрешности рабочей частоты				

### Продолжение табл. 20

Номер пункта	Наименование операций, производимых при поверке	Поворачиваемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
	определение основных погрешностей измерения емкости, индуктивности, сопротивления, проводимости и тангенса угла потерь с кабелем соединительным № 2	В соответствии с табл. 23—25	В соответствии с п. 2.7	P596 P597 P361	ОМЛТ МРХ
	определение основных погрешностей величин с устройством присоединительным 3.669.014-01	емкость разомкнутых зажимов индуктивность замкнутых зажимов сопротивление замкнутых зажимов	1 pF, не более  1 мН, не более  0,1 Ом, не более		Поворачиваемый прибор

Примечания: 1. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

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

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средств поверки	
	пределы измерения	погрешность
1. Частотомер элек- тронно-счетный	(999—1000) Hz	$\pm 0,005\%$
2. Меры емкости об- разцовые	1 pF — 1 $\mu$ F	$\pm \left( 0,03 + \frac{C_H}{0,2} \right)\%$
3. Меры, индуктивно- сти образцовые	1 $\mu$ H — 0,4 H	$\pm \left( 0,03 + \frac{L_H}{2} \right)\%$
4. Катушки сопротив- ления безреактивные	1 $\Omega$ , 10 $\Omega$ , 100 $\Omega$ , 1000 $\Omega$	$\pm 0,02\%$
5. Мост сопротивлений постоянного тока	10 k $\Omega$ — 10 M $\Omega$	$\pm 0,02\%$
6. Омметр цифровой	(10 <sup>-3</sup> — 10 <sup>9</sup> ) $\Omega$	$\pm 0,1\%$
7. Набор резисторов	10 k $\Omega$ — 1,2 M $\Omega$ (см. табл. 22)	$\pm 0,03\%$
8. Набор резисторов	0,01 pF — 100 $\mu$ F (см. табл. 22)	$\pm 5\%$ $\pm 0,3\%$
9. Измеритель емкости		

Таблица 21

14.2. Условия поверки и подготовка к ней

14.2.1. При проведении поверки должны соблюдаться сле-  
 дующие условия:

- температура воздуха, K (°C) . . . . . 293 ± 5  
(20 ± 5);
- относительная влажность воздуха, % . . . . . 65 ± 15;
- атмосферное давление, kPa (mm Hg) . . . . . 100 ± 4  
(750 ± 30);
- напряжение питающей сети, V . . . . . 220 ± 4,4;
- частота питающей сети, Hz . . . . . 50 ± 0,5;
- содержание гармоник питающей сети, % . . . . . до 5.

14.2.2. Перед проведением поверки должны быть выпол-  
 нены следующие подготовительные работы:

выполнить подготовительные работы, указанные в раз-  
 деле 10 настоящего описания;

тумблер ЗАПУСК установить в положение СЛЕДЯ-  
 ЩИИ;

включить прибор и прогреть в течение 1 min.

14.3. Проведение поверки

14.3.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть про-  
 верено:

- 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 марки-  
 ровок.

При наличии дефектов прибор подлежит забракованию  
 и направлению в ремонт.

14.3.2. Опробование

Для опробования прибора в работе необходимо осущест-  
 вить проверку на функционирование по п. 11.1 настоящего  
 описания.

При обнаружении неисправности прибор подлежит забра-  
 кованию и направлению в ремонт.

### 14.3.3. Определение метрологических параметров

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

Погрешность рабочей частоты прибора вычисляется по формуле

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

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

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:

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

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 постоянной 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  $\Omega$ , 10  $\Omega$ , 100  $\Omega$  и 1000  $\Omega$  и параллельно включенными дополнительными резисторами, сопротивления которых приведены в табл. 22.

При этом значение сопротивления меры R 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 меры	Значение меры, С, L или R	Дополнительный резистор	Вид соединения	Тип дополнительного резистора
1	(0,9—1,1) pF	—	—	МЛТ-0,25
2	(10—15) pF	(15—30) k $\Omega$	последовательное	МЛТ-0,25
3	(28—32) pF	(5—15) k $\Omega$	»	МЛТ-0,25
4	(95—99) pF	(1,5—3) k $\Omega$	»	МЛТ-0,25
5	(101—120) pF	(1,5—3) k $\Omega$	»	МЛТ-0,25
6	(280—320) pF	500 $\Omega$ — 1,5 k $\Omega$	»	МЛТ-0,25

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	C, tgδ
19—22	Отрицательная емкость, тангенс угла потерь	-C, tgδ

Определение основной погрешности измерения положительной емкости производится в следующем порядке:  
из табл. 22 по значению емкости конденсатора, подлежащего измерению, определяется сопротивление 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  $(1 + \frac{C_{13}}{C_d})$  раз, где  $C_{13}$  — действительное значение емкости вывода I образцового конденсатора на экран;

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

$$\Delta C = C_{изм} - C_d \quad (23)$$

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

Основная погрешность измерения тангенса угла потерь определяется по формуле

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

Продолжение табл. 22

Условный номер меры	Значение меры С, L или R	Дополнительный резистор	Вид соединения	Тип дополнительного резистора
7	(900—990) pF	(150—300) Ω	Последовательное	МЛТ-0,25
8	(1,01—1,1) nF	(150—300) Ω	»	МЛТ-0,25
9	(2,8—3,2) nF	(130—150) Ω	»	МЛТ-0,25
10	(9,0—9,9) nF	(9—11) MΩ	параллельное	МЛТ-1
11	(10,01—11) nF	(9—11) MΩ	»	МЛТ-1
12	(28—32) nF	(3—4) MΩ	»	МЛТ-0,5
13	(28—32) nF	(5,7—6) kΩ	»	МРХ
14	(90—99) nF	(1—2) MΩ	»	МЛТ-0,25
15	(100,1—110) nF	(1—2) MΩ	»	МЛТ-0,25
16	(280—320) nF	(300—400) kΩ	»	МЛТ-0,25
17	(0,9—0,99) μF	(100—200) kΩ	»	МЛТ-0,25
18	(0,9—1,1) μH	—	—	—
19	(290—310) μH	—	—	—
20	(2,9—3,1) mH	—	—	—
21	(29—31) mH	—	—	—
22	(290—310) mH	—	—	—
23	1 Ω	—	—	—
24	(9,980—9,990) Ω	5,1 ± 0,255) kΩ	параллельное	МЛТ-0,25
25	(99,80—99,90) Ω	(51 ± 2,55) kΩ	»	МЛТ-0,25
26	(998,0—999,0) Ω	(510 ± 25,55) kΩ	»	МЛТ-0,25
27	(11—12) kΩ	—	—	МРХ-0,25 ± ± 0,05 %
28	(80—90) kΩ	—	—	МРХ-0,25 ± ± 0,02 %
29	(110—120) kΩ	—	—	МРХ-0,25 ± ± 0,02 %
30	(1,1—1,2) MΩ	—	—	МРХ-0,25 ± ± 0,02 %

в) определение основных погрешностей измерения положительной и отрицательной емкости и тангенса угла потерь.

Номера мер и параметры, подлежащие измерению, приведены в табл. 23.

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

где  $\text{tg}\delta_{\text{д}}$  — действительное значение тангенса угла потерь образцового конденсатора,

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

$\text{tg}\delta_{\text{расч}} = \omega C_{\text{д}} R_{\text{посл}}$  — для последовательного соединения резистора с конденсатором двухэлектродной конструкции и

$\text{tg}\delta_{\text{расч}} = \omega R_{\text{посл}} (C_{\text{д}} + C_{13})$  — для последовательного соединения резистора с конденсатором трехэлектродной конструкции.

**П р и м е ч а н и е.** Если значение емкости  $C_{13}$  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 разьема **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

$$\Delta(-C) = |C_{\text{изм}}| - C'_{\text{д}} \quad (25)$$

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

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

$$C'_{\text{д}} = \frac{25,3302 T^2}{L_{\text{д}} (1 + T^2 \text{tg}^2 \delta_{\text{изм}})}, \quad (26)$$

где  $T$  — измеренный период колебаний в миллисекундах;

$C'_{\text{д}}$  — в микрофарадах,

$L_{\text{д}}$  — в миллигенри.

Расчет  $C'_{\text{д}}$  проводится с погрешностью до пятого знака.

Пример расчета  $\Delta(-C)$  и  $C'_{\text{д}}$  приведен в приложении 4.

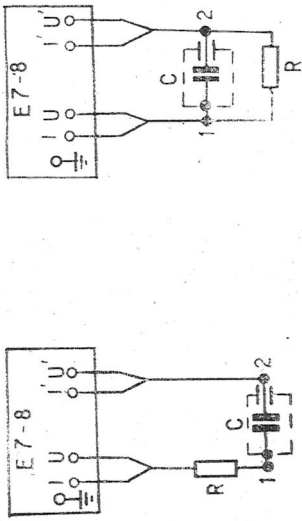


Рис. 25. Схема подключения двухэлектродных конденсаторов с резисторами к прибору E7-8

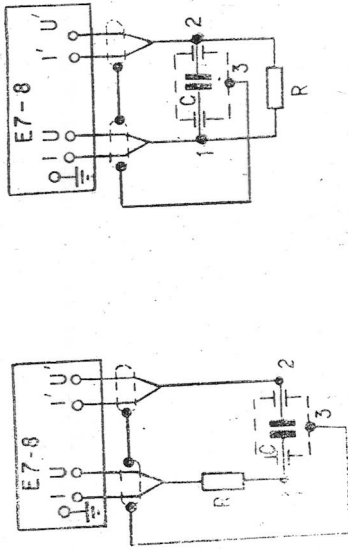


Рис. 26. Схема подключения трехэлектродных конденсаторов с резисторами к прибору E7-8

Погрешности измерений не должны превышать: емкости от  $0,01 \text{ pF}$  до  $10 \text{ }\mu\text{F}$

положительной

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

отрицательной

$$\pm [1 \cdot 10^{-3} (1 + \operatorname{tg} \delta) C_{\text{изм}} + 0,01 \rho F + 1 \cdot 10^{-4} C_{\text{к}}];$$

отрицательной и положительной емкости от 10  $\mu\text{F}$  до 100  $\mu\text{F}$

$$\pm [1 \cdot 10^{-3} (1,5 + \operatorname{tg} \delta) C_{\text{изм}} + 1 \cdot 10^{-4} C_{\text{к}}];$$

тангенса угла потерь положительной емкости

$$\pm (5 \cdot 10^{-4} + 5 \cdot 10^{-3} \operatorname{tg} \delta) \text{ до } 10 \mu\text{F},$$

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

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, tg $\delta$
3, 6, 9, 13, 16	Отрицательная индуктивность и тангенс угла потерь	—L, tg $\delta$

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 частотомером Ц3-57 на гнезде 1 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

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

где T — период колебаний в миллисекундах;

$L'_{\text{д}}$  — в миллигенри;

$C_{\text{д}}$  — в микрофарадах;

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

Требования к погрешностям определения периода и расхода 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

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

тангенса угла потерь отрицательной индуктивности

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

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:

$$\Delta R = R_{\text{изм}} - R_{\text{д}}, \quad (30)$$

$$\Delta G = G_{\text{изм}} - G_{\text{д}}, \quad (31)$$

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

$$G_{\text{д}} = \frac{1}{R_{\text{д}}}. \quad (32)$$

Погрешности измерения не должны превышать:

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

проводимости

$$\pm [1 \cdot 10^{-3} (1 + \text{tg} \varphi) G_{\text{изм}} + 1 \cdot 10^{-4} G_{\text{к}}]$$

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

$$\pm 0,012 \mu F \text{ при измерениях проводимости и}$$

$$\pm 1,2 \mu H \text{ при измерениях сопротивления;}$$

е) определение основных погрешностей измерения величин с устройством присоединительным 3.669.014-01 производится в следующем порядке:

к прибору подключается устройство присоединительное, зажимы 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 pF;

зажимы 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 последовательное сопротивление и индуктивность, значения которых не должны превышать 0,1  $\Omega$  и 1,0  $\mu H$  соответственно.

14.4. Оформление результатов поверки

14.4.1. Положительные результаты поверки оформляются путем:

клеяния 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 стеллажах на уровне 1,5 м от пола и не ближе 2 м от дверей, вентиляционных отверстий, отопительных устройств в рабочем положении в следующих условиях:

1) 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;

2) в неотапливаемых хранилищах при температуре окружающей среды от 223 до 323 К (от минус 50 до плюс 50 °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 укладочном 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: