



E7-8

ИЗМЕРИТЕЛЬ
L, C, R ЦИФРОВОЙ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.724.007 ТО

Альбом 1

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Назначение	6
2. Технические данные	6
3. Состав прибора	13
4. Устройство и работа прибора	14
4.1. Схемы замещения измеряемых объектов	14
4.2. Конструктивное выполнение измеряемых объектов и возможности измерения прибором Е7-8	17
4.3. Структурная схема прибора	18
4.4. Измерительная схема прибора	19
4.5. Конструкция	30
5. Функциональная схема прибора	32
5.1. Формирование регулирующих воздействий	32
5.2. Измерения в режиме ручного выбора пределов	34
5.3. Измерения в режиме с автоматическим выбором пре- делов	35
6. Устройство и работа составных частей прибора	40
6.1. Генератор 1000 Гц 3.265.020 ЭЗ	40
6.2. Усилители операционные 2.032.003 ЭЗ и 2.032.367 ЭЗ	41
6.3. Усилитель разбаланса 2.032.368 ЭЗ	43
6.4. Усилители опорного напряжения 2.032.369 ЭЗ и 2.032.369-01 ЭЗ	44
6.5. Генератор импульсов 3.264.610 ЭЗ	45
6.6. Блоки индикации 3.065.001 ЭЗ и 3.065.009 ЭЗ	46
6.7. Блок выбора пределов 3.056.051 ЭЗ	47
6.8. Блок управления 2.390.077 ЭЗ	49
6.9. Блок порядков 3.051.003 ЭЗ	50
6.10. Дешифратор наименований 2.746.074 ЭЗ	51
6.11. Блок ключей 3.609.057 ЭЗ	53
6.12. Плата 5.283.859 ЭЗ	54
6.13. Плата 5.283.860 ЭЗ	54
6.14. Плата 5.283.857 ЭЗ	55
6.15. Блок питания 2.087.455 ЭЗ	56
6.16. Измеритель L, C, R цифровой Е7-8 2.724.007 ЭЗ	56

7. Маркирование и пломбирование	60
8. Общие указания по эксплуатации	60
9. Указания мер безопасности	60
10. Подготовка к работе	61
11. Порядок работы	61
12. Характерные неисправности и методы их устранения	86
13. Техническое обслуживание	88
14. Проверка прибора	88
15. Правила хранения	101
16. Транспортирование	102

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Схемы позиционных маркировок элементов	105
2. Электрические схемы и намоточные данные трансформаторов	107
3. Таблица режимов по постоянному току	112
4. Примеры расчета действительных значений составляющих комплексного сопротивления и погрешностей их измерения	115

Внешний вид измерителя L, C, R цифрового Е7-8

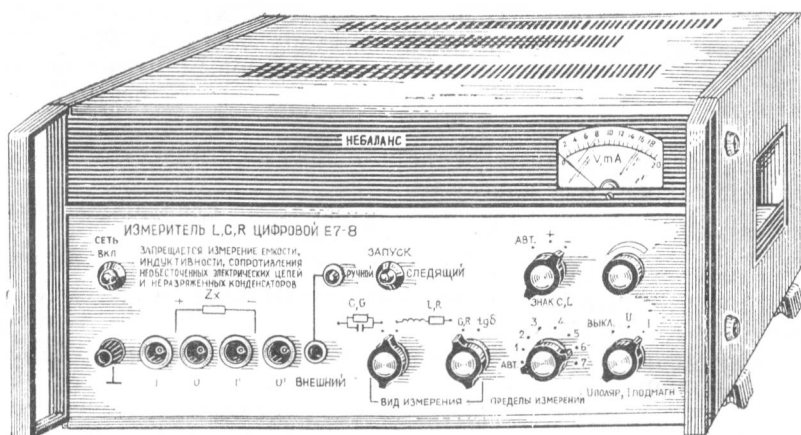


Рис. 1.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Измеритель L, C, R цифровой Е7-8 предназначен для автоматического измерения параметров конденсаторов, катушек индуктивностей, резисторов с цифровым отсчетом измеряемых величин и выводом информации о результатах измерений в коде 8-4-2-1.

1.2. Прибор предназначен для работы в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 5 до 40°C;
- относительная влажность воздуха до 95% при температуре 30°C;
- атмосферное давление 100 ± 4 кПа (750 ± 30 мм рт.ст.).

1.3. Предприятие-поставщик оставляет за собой право вносить в конструкцию и схему принципиальные изменения, не влияющие на выходные параметры.

При наличии в приборе небольшого числа принципиальных схемных и конструктивных изменений, не влияющих на тактико-технические данные, корректировка эксплуатационно-технической документации не производится, за исключением изменений номиналов и схем, которые вносятся тушью.

1.4. Для приборов, поставляемых на экспорт, допускается питание прибора производить от сети частотой 60 Гц $\pm 1\%$, напряжением 220 В $\pm 10\%$ и содержанием гармоник до 5%.

ВНИМАНИЕ!

При поставке приборов в страны с тропическим климатом поставщик гарантирует его нормальную работу при условии хранения и эксплуатации прибора в помещениях с кондиционированным воздухом. Запрещается измерять емкость заряженных и находящихся под напряжением конденсаторов.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Рабочая частота прибора 1000 Гц с погрешностью установки $\pm 1\%$.

2.2. Прибор обеспечивает измерения следующих величин:

- положительной и отрицательной емкости с потерями по параллельной схеме замещения в форме тангенса угла потерь или активной проводимости;

- положительной и отрицательной индуктивности с потерями по последовательной схеме замещения в форме тангенса угла потерь или активного сопротивления;

- активного сопротивления с последовательной реактивной составляющей в форме положительной или отрицательной индуктивности;

- активной проводимости с параллельной реактивной составляющей в форме положительной или отрицательной емкости.

2.3. Амплитудные значения напряжения на измеряемом объекте и тока через него не превышают соответственно 4,3 В и 4,3 мА.

2.4. В приборе обеспечена возможность подачи на измеряемый объект поляризующего напряжения в пределах от 0,5 до 20 В от источника с внутренним сопротивлением 0,8-1 кОм и тока подмагничивания в пределах от 0,5 до 20 мА от источника с внутренним сопротивлением 0,8-1 кОм.

Погрешность установки напряжения и тока не превышает соответственно $\pm 0,15 U_n$ и $\pm 0,15 I_n$,

где U_n - конечное значение шкалы вольтметра прибора;

I_n - конечное значение шкалы миллиамперметра прибора.

2.5. Прибор обеспечивает автоматический и ручной выбор пределов измерения.

Измерения с подачей на измеряемый объект поляризующего напряжения или тока подмагничивания производятся только при ручном выборе пределов измерения.

2.6. Пределы измеряемых величин:

а) при использовании кабеля соединительного 4.853.338-01

- емкости (C) $\pm(0,01 \text{ пФ} - 100 \text{ мкФ})$;
- индуктивности (L) $\pm(0,1 \text{ мкГ} - 1000 \text{ Г})$;
- сопротивления (R) $1 \text{ МОм} - 10 \text{ МОм}$;
- проводимости (G) $0,1 \text{ нСм} - 1 \text{ См}$;
- тангенса угла потерь ($\text{tg } \delta$) $1 \cdot 10^{-4} - 1$;

б) при использовании устройства присоединительного 3.669.014-01

- емкости $\pm(1 \text{ пФ} - 1 \text{ мкФ})$;
- индуктивности $\pm(20 \text{ мГ} - 10 \text{ Г})$;
- сопротивления $0,1 \text{ Ом} - 10 \text{ МОм}$;
- проводимости $0,1 \text{ нСм} - 1 \text{ мСм}$;
- тангенса угла потерь $2 \cdot 10^{-3} - 1$;

в) при измерениях с подачей поляризуемого напряжения и тока подмагничивания с кабелем соединительным 4.853.338-01

- емкости $\pm(0,01 \text{ пФ} - 100 \text{ мкФ})$;
- индуктивности $\pm(0,1 \text{ мкГ} - 10 \text{ Г})$;
- сопротивления $1 \text{ МОм} - 10 \text{ МОм}$;
- проводимости $0,1 \text{ нСм} - 1 \text{ См}$;
- тангенса угла потерь $1 \cdot 10^{-4} - 1$.

2.7. Основные погрешности измерения величин с кабелем соединительным 4.853.338-01 не превышают

- емкости от $0,01 \text{ пФ}$ до 10 мкФ
положительной $\pm[(0,1 + 5 \cdot 10^{-2} \text{tg } \delta)\% \text{ от } C_{изм} + 0,01 \text{ пФ} + I_{ед.сч}]$,
отрицательной $\pm[(0,1 + 0,1 \text{tg } \delta)\% \text{ от } C_{изм} + 0,01 \text{ пФ} + I_{ед.сч}]$;

- положительной и отрицательной емкости от 10 до 100 мкФ
 $\pm [(0,15+0,1 \operatorname{tg} \delta) \% \text{ от } C_{изм} + 1 \text{ ед.счета}]$;
- положительной и отрицательной индуктивности
 $\pm [(0,1+0,1 \operatorname{tg} \delta) \% \text{ от } L_{изм}+0,1 \text{ мкГ} + 1 \text{ ед.счета}]$;
- сопротивления
 $\pm [(0,1+0,1 \operatorname{tg} \psi) \% \text{ от } R_{изм} + 1 \text{ ед.счета}]$;
- проводимости
 $\pm [(0,1+0,1 \operatorname{tg} \psi) \% \text{ от } G_{изм} + 1 \text{ ед.счета}]$;
- тангенса угла потерь положительной емкости от 10 пФ до 10 мкФ
 $\pm (0,005 \operatorname{tg} \delta + 5 \cdot 10^{-4})$;
- тангенса угла потерь положительной и отрицательной индуктивности больше 100 мкГ, а также положительной емкости от 10 до 100 мкФ и отрицательной емкости больше 10 пФ
 $\pm (0,005 \operatorname{tg} \delta + 1 \cdot 10^{-3})$.

Погрешности измерения тангенса угла потерь конденсаторов с емкостью меньше 10 пФ и катушек индуктивности с индуктивностью меньше 100 мкГ не гарантируются.

Здесь $C_{изм}$, $L_{изм}$, $R_{изм}$, $G_{изм}$ — измеренные прибором значения емкости, индуктивности, сопротивления и проводимости соответственно, а

$\operatorname{tg} \delta$ — измеренное прибором значение тангенса угла потерь измеряемой реактивности или величина, рассчитываемая по формуле:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{G_{изм}}{\omega C_{изм}} \quad - \text{при измерениях проводимости и емкости или}$$

$\operatorname{tg} \delta = \frac{R_{\text{изм}}}{\omega L_{\text{изм}}}$ - при измерениях сопротивления и индуктивности,

$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega C_{\text{изм}}}{R_{\text{изм}}}$ или $\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L_{\text{изм}}}{R_{\text{изм}}}$, где $\omega = 2\pi f$.

$f = 1000$ Гц.

2.8. Основные погрешности измерения величин с устройством присоединительным 3.669.0I4-0I не превышают

- положительной и отрицательной емкости

$\pm [(0, I+0, I \operatorname{tg} \delta) \% \text{ от } C_{\text{изм}} + I \text{ пФ} + I \text{ ед.счета}]$,

- положительной и отрицательной индуктивности

$\pm [(0, I+0, I \operatorname{tg} \delta) \% \text{ от } L_{\text{изм}} + I \text{ ед.счета}]$,

- сопротивления

$\pm [(0, I+0, I \operatorname{tg} \varphi) \% \text{ от } R_{\text{изм}} + 0, I \text{ Ом} + I \text{ ед.счета}]$,

- проводимости

$\pm [(0, I+0, I \operatorname{tg} \varphi) \% \text{ от } G_{\text{изм}} + I \text{ ед.счета}]$,

- тангенса угла потерь положительной и отрицательной индуктивности и емкости больше 10 пФ

$\pm (0,005 \operatorname{tg} \delta + 2 \cdot 10^{-3})$.

2.9. Основные погрешности измерения величин с кабелем соединительным 4.853.338-0I и устройством присоединительным 3.669.0I4-0I при подаче поляризующего напряжения или тока подмагничивания не превышают значений, указанных в пп.2.7 и 2.8.

2.10. Дополнительные погрешности измерения величин в интервале рабочих температур на каждые 10°C отклонения температуры от нормальной не превышают:

- емкости от 0,0I пФ до 10 мкФ

положительной $\pm (0,05 + 2,5 \cdot 10^{-2} \operatorname{tg} \delta) \% \text{ от } C_{\text{изм}}$,

- отрицательной $\pm (0,05+5 \cdot 10^{-2} \operatorname{tg} \delta)\%$ от $C_{изм}$,
- положительной и отрицательной емкости от 10 мкФ до 100 мкФ
 $\pm (0,07+5 \cdot 10^{-2} \operatorname{tg} \delta)\%$ от $C_{изм}$,
- положительной и отрицательной индуктивности
 $\pm (0,05+5 \cdot 10^{-2} \operatorname{tg} \delta)\%$ от $L_{изм}$,
- сопротивления
 $\pm (0,05+5 \cdot 10^{-2} \operatorname{tg} \varphi)\%$ от $R_{изм}$,
- проводимости
 $\pm (0,05+5 \cdot 10^{-2} \operatorname{tg} \varphi)\%$ от $G_{изм}$,
- тангенса угла потерь положительной емкости от 10 пФ до 10 мкФ
 $\pm (0,002 \operatorname{tg} \delta + 2,5 \cdot 10^{-4})$,
- тангенса угла потерь положительной и отрицательной индуктивности больше 100 мкГ, а также положительной емкости от 10 до 100 мкФ и отрицательной емкости
 $\pm (0,002 \operatorname{tg} \delta + 5 \cdot 10^{-4})$.

2.11. Время измерения прибором не превышает 1 с.

2.12. Прибор выдает информационные сигналы о результатах измерения в коде 8-4-2-I и управляющий сигнал "запрет - разрешение" (конец измерения).

Прибор может запускаться сигналом "запрет - разрешение" (запуск Е7-8) от внешнего устройства.

Уровни сигналов:

- логический "0" - $\pm (0-0,5)$ В,
- логическая "1" - $\pm (2,4-5,5)$ В,
- опорный "0" - $\pm (0-0,5)$ В,
- опорная "1" - $\pm (2,2-2,6)$ В,

"запрет - разрешение" - $+(2,4-5,5)$ В.

2.13. Нестабильность результатов измерений одного и того же измеряемого объекта не превышает $\pm(0,03\%$ от Аизм + Iед.счета) для емкости, индуктивности, сопротивления и проводимости и $\pm(0,15\%$ от $\operatorname{tg} \delta + I$ ед.счета) для тангенса угла потерь, где Аизм - измеренные прибором значения емкости, или индуктивности, или сопротивления, или проводимости.

2.14. Прибор имеет два режима работы: следящий режим и режим одиночного измерения.

2.15. В приборе может быть установлен счетчик времени наработки емкостью не менее 2500 часов.

2.16. Время самопрогрева прибора I мин, в условиях повышенной влажности - I час.

2.17. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В, частотой $50 \pm 0,5$ Гц и содержанием гармоник до 5%.

2.18. Мощность, потребляемая прибором от сети при номинальном напряжении, не превышает 85 ВА.

2.19. Габаритные размеры прибора $490 \times 216 \times 480$ мм.

Габаритные размеры укладочного ящика для прибора $640 \times 295 \times 545$ мм. Габаритные размеры укладочного ящика для ЗИП и принадлежностей $330 \times 165 \times 240$ мм. Габаритные размеры транспортного ящика приведены в таблице на рис.27.

2.20. Масса прибора не более 30 кг.

Масса прибора в укладочном ящике не более 45 кг.

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 паяк, 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. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

14.1. Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл.20.

Таблица 20

Наименование операций	Номера пунктов раздела
1. Определение погрешности рабочей частоты	I4.4.3а
2. Определение основных погрешностей измерения емкости, индуктивности, сопротивления, проводимости и тангенса угла потерь с кабелем соединительным 4.853.338-01	I4.4.3б, I4.4.3в, I4.4.3г, I4.4.3д
3. Определение основных погрешностей измерения величин с устройством присоединительным 3.669.014-01	I4.4.3е

I4.2. Средства поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в табл.21.

Таблица 21

Наименование средств поверки	Нормативно-технические характеристики
1. Частотомер электронно-счетный ЧЗ-38	(0-50 МГц) $\pm 0,005\%$
2. Меры емкости образцовые Р597	(IпФ-IмкФ) $\pm 0,03\%$
3. Меры индуктивности образцовые Р596	(IмкГ-0,4Г) $\pm 0,03\%$
4. Катушки сопротивлений безреактивные Р361	(1 Ом, 10 Ом, 100 Ом, 1000 Ом) $\pm 0,02\%$

Продолжение табл. 21

Наименование средств поверки	Нормативно-технические характеристики
5. Мост сопротивлений постоянного тока Р369	$(10\text{кОм}-10\text{ МОм}) \pm 0,02\%$
6. Омметр цифровой Р380	$(10\text{ Ом}-10\text{ МОм}) \pm (0,05-0,2)\%$
7. Набор резисторов (МРХ)	$(10\text{кОм}-1,2\text{ МОм}) \pm 0,03\%;$ см. табл. 22
8. Набор резисторов (МЛТ)	см. табл. 22
9. Измеритель емкости Е8-2	$(0,001\text{пФ}-11,1\text{мкФ}) \pm 0,25\%$

Примечания: 1. При поверке допускается использование другой аппаратуры, обеспечивающей измерение параметров с требуемой точностью.

2. Вся контрольно-измерительная аппаратура, используемая при поверке, должна иметь документы о государственной или ведомственной поверке.

14.3. Условия поверки и подготовка к ней

14.3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды $293 \pm 5^{\circ}\text{К}$ ($20 \pm 5^{\circ}\text{C}$);
- относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$;
- атмосферное давление 100 ± 4 кПа (750 ± 30 мм рт.ст.);
- напряжение сети $220 \pm 4,4$ В.

14.3.2. 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.

14.4. Проведение поверки

14.4.1. 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.

14.4.2. Опробование

Для опробования прибора в работе необходимо осуществить проверку на функционирование по п. II.1 настоящего описания.

При обнаружении неисправности прибор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

14.4.3. Определение метрологических параметров

а) определение погрешности установки рабочей частоты прибора производится методом непосредственного измерения ее на гнезде 1 разъема КОНТРОЛЬНЫЕ ВЫХОДЫ с помощью частотомера ЧЗ-38.

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 4.853.338-01 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 $\pm (0,03 + \frac{0,2}{C_g})\%$, где C_g - 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

$$\pm (0,03 + \frac{2}{L_g})\%,$$

где L_g - 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 РЗ61 (п.4 табл.21) со значениями сопротивления 10 Ом, 100 Ом и 1000 Ом и параллельно включенными дополнительными резисторами, сопротивления которых приведены в табл.22.

При этом значение сопротивления меры R рассчитывается по формуле

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

где R_g — 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 месте постоянного тока (п.5 табл.21) с погрешностью $\pm 0,03\%$.

Значения сопротивления дополнительных резисторов определяются на 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, I, или R	Дополнительный резистор	Вид соединения	Тип дополнительного резистора
1	0,9-1,1пФ	—	—	—
2	10-15пФ	15-30кОм	последовательное	МЛТ-0,25
3	28-32пФ	5-15кОм	—	МЛТ-0,25
4	95-99пФ	1,5-3кОм	—	МЛТ-0,25
5	101-120пФ	1,5-3кОм	—	МЛТ-0,25
6	280-320пФ	500 Ом-1,5кОм	—	МЛТ-0,25

Продолжение табл.22

Условный номер меры	Значение меры С, Л или R	Дополнительный резистор	Вид соединения	Тип дополнительного резистора
7	900-990пФ	150-300 Ом	последовательное	МЛТ-0,25
8	1,0I-I,InФ	150-300 Ом	"	МЛТ-0,25
9	2,8-3,2нФ	130-150 Ом	"	МЛТ-0,25
10	9,0-9,9нФ	9-II МОм	параллельное	МЛТ-I
11	10,0I-IIнФ	9-II МОм	"	МЛТ-I
12	28-32нФ	3-4 МОм	"	МЛТ-0,3
13	28-32нФ	57-6кОм	"	МРХ
14	90-99нФ	I-2 МОм	"	МЛТ-0,25
15	100, I-IIОнФ	I-2 МОм	"	МЛТ-0,25
16	280-320нФ	300-400кОм	"	МЛТ-0,25
17	0,9-0,99мкФ	100-200кОм	"	МЛТ-0,25
18	0,9-I, IмкГ	-	-	-
19	290-310мкГ	-	-	-
20	2,9-3, IмГ	-	-	-
21	29-3IмГ	-	-	-
22	290-310мГ	-	-	-
23	I Ом	-	-	-
24	9,980-9,990 Ом	5, IкОм±5%	параллельное	МЛТ-0,25
25	99,80-99,90 Ом	5 IкОм±5%	"	МЛТ-0,25
26	998,0-999,00м	5 IОкОм±5%	"	МЛТ-0,25
27	II-I2кОм	-	-	МРХ-0,25±0,05%
28	80-90кОм	-	-	МРХ-0,25±0,02%
29	II0-I20кОм	-	-	МРХ-0,25±0,02%
30	I, I-I,2МОм	-	-	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.

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	$C, \operatorname{tg} \delta^1$
19-22	Отрицательная емкость, тангенс угла потерь	$-C, \operatorname{tg} \delta^2$

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.

П р и м е ч а н и е. 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 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 двух-электродной конструкции представлены на рис.25 и трехэлектродной - на рис.26;

- основная погрешность измерения емкости подсчитывается по формуле

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

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

- основная погрешность измерения тангенса угла потерь определяется по формуле

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

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

$$\operatorname{tg} \delta_M = \operatorname{tg} \delta_g + \operatorname{tg} \delta_{расч},$$

где $\operatorname{tg} \delta_g$ - действительное значение тангенса угла потерь образцового конденсатора,

$\operatorname{tg} \delta_{расч} = \frac{I}{\omega C_g R_{пар}}$ - для параллельного соединения резистора с конденсаторами обеих конструкций,

$\operatorname{tg} \delta_{расч} = \omega C_g R_{посл.}$ - для последовательного соединения резистора с конденсатором двухэлектродной конструкции и

$\operatorname{tg} \delta_{расч} = \omega R_{посл.}(C_g + C_{13})$ - 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 $\pm 1\%$ (Е8-2).

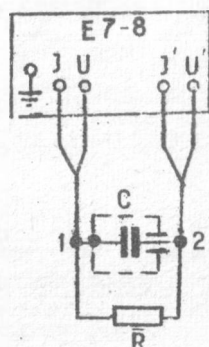
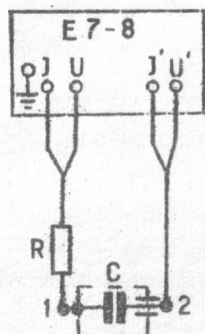


Рис.25. Схема подключения двухэлектродных конденсаторов с резисторами к прибору E7-8

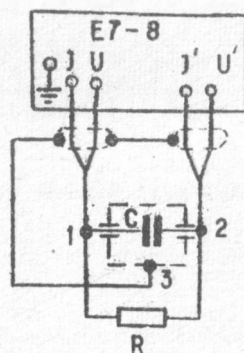
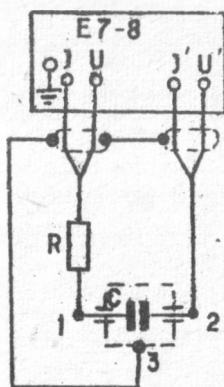


Рис.26. Схема подключения трехэлектродных конденсаторов с резисторами к прибору E7-8

Определение основной погрешности измерения отрицательной емкости производится в следующем порядке:

- к гнезду I разъема КОНТРОЛЬНЫЕ ВЫХОДЫ подключается частотомер (п. I табл. 2I) 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

$$\Delta(-C) = |C_{изм}| - C'_g, \quad (25)$$

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

C'_g - действительное значение отрицательной емкости, рассчитываемое по формуле

$$C'_g = \frac{25,3302 T^2}{L_g (1+T^2 \operatorname{tg}^2 \delta_{изм})}, \quad (26)$$

где T - измеренный период колебаний в миллисекундах;

C'_g - в микрофарадах,

L_g - в миллигенри.

Расчет C'_g проводится с погрешностью до пятого знака.

Погрешности измерений не должны превышать:

- емкости от 0,01 пФ до 10 мкФ

положительной $\pm[(0,1+5 \cdot 10^{-2} \operatorname{tg} \delta)\% \text{ от } C_{изм}+0,01 \text{ пФ} +1 \text{ ед. сч.}]$;

отрицательной $\pm[(0,1+0,1 \operatorname{tg} \delta)\% \text{ от } C_{изм}+0,01 \text{ пФ} +1 \text{ ед. сч.}]$;

- отрицательной и положительной емкости от 10 до 100 мкФ

$\pm[(0,15+0,1 \operatorname{tg} \delta)\% \text{ от } C_{изм} + 1 \text{ ед. сч.}]$;

- тангенса угла потерь положительной емкости

$$\pm (0,005 \operatorname{tg} \delta^{\wedge} + 5 \cdot 10^{-4}) \text{ до } 10 \text{ мкФ}$$

$$\pm (0,005 \operatorname{tg} \delta^{\wedge} + 1 \cdot 10^{-3}) \text{ свыше } 10 \text{ мкФ}$$

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

Номер мер	Измеряемые параметры	Режим измерения
18 - 22	Положительная индуктивность	$L, \operatorname{tg} \delta^{\wedge}$
3, 6, 9, 13, 16	Отрицательная индуктивность и тангенс угла потерь	$-L, \operatorname{tg} \delta^{\wedge}$

Основная погрешность измерения положительной индуктивности подсчитывается по формуле

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

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

Измерение отрицательной индуктивности производится в порядке, изложенном в п. 14.4.3в, для отрицательной емкости при контроле периода колебаний генератора частотомером ЧЗ-38 на гнезде I разъема КОНТРОЛЬНЫЕ ВЫХОДЫ.

Основная погрешность измерения отрицательной индуктивности рассчитывается по формуле

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

где $|L_{изм}|$ — абсолютное значение отрицательной индуктивности, измеренное прибором;

$L'g$ — действительное значение отрицательной индуктивности, рассчитываемое по формуле

$$L'g = \frac{25,3302 T^2}{Cg (1 + T^2 \operatorname{tg}^2 \delta \text{ расч})} \quad (29)$$

где T — период колебаний в миллисекундах;

$L'g$ — в миллигенри;

Cg — в микрофарадах;

$\operatorname{tg} \delta \text{ расч}$ — определяется по методике п. I4.4.3в.

Требования к погрешностям определения периода и расчета то же, что в п. I4.4.3в.

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

Погрешности измерения не должны превышать:

— положительной и отрицательной индуктивности

$$\pm [(0,1 + 0,1 \operatorname{tg} \delta) \% \text{ от } L_{изм} + 0,1 \text{ мкГ} + 1 \text{ ед. счета}];$$

— тангенса угла потерь отрицательной индуктивности

$$\pm (0,005 \operatorname{tg} \delta + 1,0 \cdot 10^{-3});$$

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:

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

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

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

$$G_g = \frac{I}{R_g}. \quad (32)$$

Погрешности измерения не должны превышать:

— сопротивления

$$\pm [(0, I + 0, I \operatorname{tg} \varphi)\% \text{ от } R_{\text{изм}} + I \text{ ед. счета}] ;$$

— проводимости

$$\pm [(0, I + 0, I \operatorname{tg} \varphi)\% \text{ от } G_{\text{изм}} + I \text{ ед. счета}]$$

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

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

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

- к прибору подключается устройство присоединительное, зажимами 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 пФ;
- зажимы устройства замыкаются медной или латунной пластиной шириной порядка 1 см;
- переключатели прибора переводятся в режим работы I., B и G, R;
- нажимается педаль устройства и измеряются его последовательное сопротивление и индуктивность, значения которых не должны превышать 0,1 Ом и 1,0 мкГ соответственно.

14.5. Оформление результатов поверки

Положительные результаты поверки должны быть занесены в формуляр прибора.

При отрицательных результатах поверки запрещается выпуск прибора в обращение и применение. Клейма подлежат погашению и прибор должен быть направлен в ремонт.

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:

а) в отапливаемых хранилищах при температуре окружающей среды от 278 до 313 К (от 5 до 40°C) и относительной влажности до 80% при температуре 298 К (25°C) 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 40°C) и относительной влажности до 95% при температуре 298 К (25°C) и ниже без конденсации влаги. Срок хранения 3 года.

Приборы, поступающие на склад потребителя, могут храниться в таре не более 12 месяцев