

ОАО «НИИ «Гириконд»

г. Санкт-Петербург

ПРИБОР
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЁМКОСТИ И ТАНГЕНСА
УГЛА ПОТЕРЬ КОНДЕНСАТОРОВ МЦЕ-24АМ

Руководство по эксплуатации

УБМ2.675.054-02 РЭ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зам. генерального директора
ФБУ «Тест-С.-Петербург»



Т.М.Козлякова

« 22 » 12 2014 г.

2014 год

Содержание.

	Стр.
1. Назначение.	4
2. Основные технические данные и характеристики.	5
3. Состав изделия	8
4. Устройство и принцип работы	9
5. Указание мер безопасности.	21
6. Указания по эксплуатации. Порядок работы	22
7. Методика поверки	28
8. Маркировка.....	37
9. Упаковка	37
10. Свидетельство о приемке.	37
11. Гарантийные обязательства.	37
12. Сведения о рекламациях.	38
Приложение А. Форма протокола поверки	
Приложение Б. Рисунки 4.1 – 4.4.	
Приложение В. Расположение элементов на печатных платах.	

Документы, прилагаемые к руководству по эксплуатации прибора МЦЕ-24АМ1.

1. УБМ2.675.054-02 ЭЗ, ПЭЗ Прибор МЦЕ-24АМ1.
2. УБМ3.549.049 ЭЗ, ПЭЗ Плата преобразования.
3. УБМ3.857.327 ЭЗ, ПЭЗ Плата формирования сигналов.
4. УБМ3.549.050 ЭЗ, ПЭЗ Плата синхронных детекторов.
5. УБМ3.549.051 ЭЗ, ПЭЗ Плата интеграторов.
6. УБМ3.857.329 ЭЗ, ПЭЗ Плата управления.
7. УБМ3.857.328 ЭЗ, ПЭЗ Плата счетчиков.
8. УБМ3.681.068 ЭЗ, ПЭЗ Плата индикации.
9. УБМ3.592.002 ЭЗ Плата фильтров.
10. УБМ3.857.312 ЭЗ Плата сигнала неконтакта U_B, U_H .
11. УБМ3.503.257 ЭЗ, ПЭЗ Плата источника напряжения поляризации
12. УБМ3.857.310 ЭЗ, ПЭЗ Плата контроля тока утечки.
13. УБМ3.410.127 ЭЗ, ПЭЗ Вольтметр.
14. УБМ3.681.074 ЭЗ, ПЭЗ Плата индикации вольтметра.
15. УБМ3.857.330 ЭЗ Плата формирования выдержки.
16. УБМ3.857.331 ЭЗ Плата порядка I_y
17. УБМ4.550.120 РР Трансформатор выходной.
18. УБМ4.854.343 ЭЗ Жгут измерительный.
19. УБМ4.847.004 Заглушка.

Документы, прилагаемые к руководству по эксплуатации прибора МЦЕ-24АМ2.

1. УБМ2.675.054-01 ЭЗ, ПЭЗ Прибор МЦЕ-24АМ2.
2. УБМ3.549.049 ЭЗ, ПЭЗ Плата преобразования.
3. УБМ3.857.327 ЭЗ, ПЭЗ Плата формирования сигналов.
4. УБМ3.549.050 ЭЗ, ПЭЗ Плата синхронных детекторов.
5. УБМ3.549.051 ЭЗ, ПЭЗ Плата интеграторов.
6. УБМ3.857.329 ЭЗ, ПЭЗ Плата управления.
7. УБМ3.857.328 ЭЗ, ПЭЗ Плата счетчиков.
8. УБМ3.681.068 ЭЗ, ПЭЗ Плата индикации.
9. УБМ3.592.002 ЭЗ Плата фильтров.
10. УБМ3.857.312 ЭЗ Плата сигнала неконтакта U_B, U_H .
11. УБМ4.550.120 РР Трансформатор выходной.
12. УБМ4.854.343 ЭЗ Жгут измерительный.
13. УБМ4.847.005 Заглушка.

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ), объединенное с паспортом, является документом, удостоверяющим гарантированные предприятием – изготовителем основные параметры и технические характеристики прибора МЦЕ-24АМ.

Документ содержит сведения об устройстве и принципе работы прибора и устанавливает правила его эксплуатации, соблюдение которых обеспечивает поддержание его в постоянной готовности к действию.

1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Прибор МЦЕ-24АМ предназначен для автоматического измерения на частоте 50 и 100 Гц электрической емкости (С) и тангенса угла потерь ($\text{tg}\delta$) электролитических и других конденсаторов, а также для измерения и контроля тока утечки I_u при подаче на конденсатор напряжения поляризации (U_p) от внешнего источника от 0,1 В до 630 В или от внутреннего источника от 0,1 В до 69,9 В.

Прибор изготавливается в двух модификациях: МЦЕ-24АМ1 и МЦЕ-24АМ2. Прибор МЦЕ-24АМ1 в отличие от МЦЕ-24АМ2 имеет внутренний источник поляризующих напряжений до 69,9 В и может измерять ток утечки и выполнять разбраковку конденсаторов по току утечки относительно установленной границы на группы «ГОДЕН» и «БРАК» при подаче на конденсатор поляризующего напряжения до 69,9 В.

Измерение параметров конденсаторов при поляризующих напряжениях до 630 В возможно при использовании внешнего источника поляризующих напряжений ИТУК-БНП, совмещенного с измерителем тока утечки.

Результаты измерений фиксируются на цифровых табло.

Прибор МЦЕ-24АМ1 при работе с внутренним источником напряжений U_p фиксирует показания С и $\text{tg}\delta$ в виде четырёхразрядных чисел и U_p , I_u -- в виде двух- и трёхразрядных чисел. Результат разбраковки по току утечки фиксируется светодиодами «ГОДЕН», «БРАК».

Прибор МЦЕ-24АМ2 фиксирует показания С и $\text{tg}\delta$ в виде четырёхразрядных чисел.

При работе приборов с внешним источником поляризующих напряжений, результаты измерения напряжения поляризации (U_p), тока утечки и результат разбраковки по току утечки должны отображаться на внешнем источнике.

Информация о результатах измерений и разбраковки выводится также на выходные разъёмы.

1.2 Прибор обеспечивает измерение при следующих видах пуска:

- ручной,
- автоматический с регулируемым интервалом между измерениями от 0,3 до 5 секунд,
- внешний.

При измерении с подачей напряжения поляризации время работы в режиме автоматического пуска ограничено временем, допускаемым источником напряжения поляризации (не менее 1 минуты).

1.3 Прибор может применяться автономно и в составе линии.

1.4 Рабочие условия применения соответствуют группе 2 по ГОСТ 22261: температура окружающей среды от +10 °С до +35 °С, относительная влажность до 80 %, атмосферное давление (84 – 106,7) кПа или (630 – 800) мм рт. ст. Нормальные условия применения: температура окружающей среды (20±5) °С.

1.5 Питание прибора осуществляется от однофазной с нулевым проводом сети переменного тока напряжением 220 В частотой (50,0±0,5) Гц.

2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Подключение конденсатора – четырехзажимное. Схема замещения – последовательная.

2.2 Частота напряжения переменного тока на измеряемом конденсаторе (50,0±0,5) Гц или (100±1) Гц.

2.3 Эффективное значение напряжения переменного тока на измеряемом конденсаторе не более 0,2 В.

2.4 Диапазон измерения:

- электрической емкости 0,4 нФ – 2 Ф,
- тангенса угла потерь 0,001 – 5.

Выбор поддиапазона емкости осуществляется переключателем на передней панели прибора.

2.5 Число знаков отсчета емкости – 4, тангенса угла потерь – 4.

2.6 Пределы допускаемой основной погрешности измерения в нормальных условиях на частотах 50 и 100 Гц не должны превышать значений, указанных в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Номер поддиап.	Обозначение поддиапазона	Диапазон измерения емкости	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения емкости, $\Delta C_{доп}$, в ед. поддиапазона измерения	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения тангенса угла потерь $\Delta tg\delta_{доп}$
1	200 нФ	0,4-199,9 нФ	$\pm[(0,005+0,01tg\delta) \cdot C+3A]$	$\pm[0,03tg\delta \cdot (1+tg\delta)+3 \times 10^{-3}]$
2	2000 нФ	100-1999 нФ	$\pm[(0,005+0,01tg\delta) \cdot C+A]$	$\pm[0,02tg\delta \cdot (1+tg\delta)+3 \times 10^{-3}]$
3	20 мкФ	1,00-19,99 мкФ		
4	200 мкФ	10,0-199,9 мкФ		
5	2000 мкФ	100-1999 мкФ		
6	20 мФ	1,00-19,99 мФ		
7	200 мФ	10,0-199,9 мФ	$\pm[(0,01+0,01tg\delta) \cdot C+A]$	$\pm[0,03tg\delta \cdot (1+tg\delta)+5 \times 10^{-3}]$
8	2000 мФ	100-1999 мФ	$\pm[(0,01+0,01tg\delta) \cdot C+A] \times (1+9C/C_k)$	$\pm[0,03tg\delta \cdot (1+tg\delta)+5 \times 10^{-3}] \times (1+9C/C_k)$

где А – единица дискретности,

С – измеренное значение емкости в единицах поддиапазона измерения,

С_к – верхний предел измерения емкости,

tgδ – измеренное значение тангенса угла потерь.

Основная абсолютная погрешность измерения обеспечивается при подключении объекта

с помощью жгута измерительного УБМ4.854.343 и соответствия частоты сети требованиям ГОСТ 13109-97. При отсчете по емкости менее 080 погрешность по tgδ не нормируется.

2.7 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения С и tgδ в рабочих условиях не превышают 1,5·ΔС и 1,5·Δtgδ, где ΔС и Δtgδ – значения погрешностей измерения С и tgδ соответственно, вычисленные по формулам таблицы 2.1.

2.8 Прибор МЦЕ-24АМ1 обеспечивает контроль тока утечки конденсаторов в режимах измерения или разбраковки на группы «ГОДЕН», «БРАК». Диапазон измеряемых значений тока утечки и устанавливаемых значений допустимого тока утечки 0,01 мкА – -- 20 мА, содержит 5 поддиапазонов:

0,01 – 0,99 мкА; 1,0 – 9,9 мкА; 10 – 99 мкА; 0,10 – 0,99 мА; 1,0 – 19,9 мА.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения тока утечки

$$\pm(0,05I_y+0,05 \text{ мкА}+2A),$$

где I_y – измеренное значение тока утечки в единицах установленного поддиапазона, A – единица дискретности.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности разбраковки по току утечки:

$$\pm [I_y \text{ доп} (0,04+U_0/U_{\text{п}})+0,01 \text{ мкА}],$$

где $I_y \text{ доп}$ – установленное значение допустимого тока утечки конденсатора в единицах установленного поддиапазона, $U_0 = 0,05 \text{ В}$, $U_{\text{п}}$ – значение напряжения поляризации, В .

2.9 Прибор обеспечивает измерение C и $\text{tg}\delta$ конденсатора при

подаче на него напряжения поляризации от внешнего источника:

0,1 – 630 В для 1 – 6 поддиапазонов по емкости (до "20 мF");

0,1 – 200 В для 7 поддиапазона ("200 мF");

0,1 – 63 В для 8 поддиапазона ("2000 мF").

Источник должен быть совмещен с разбраковщиком по току утечки.

При этом разбраковка по току утечки производится перед измерением C и $\text{tg}\delta$. При подключении на измерение C и $\text{tg}\delta$ ток утечки не должен превышать значений $I_y \text{ макс}$, указанных в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Обозначение поддиапазона	200 нF	2000 нF	20 мF	200 мF	2000 мF... 2000 мF
$I_y \text{ макс}$	10 мкА	100 мкА	1 мА	10 мА	20 мА

Связь внешнего источника и прибора осуществляется через разъем на передней панели прибора.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения поляризации внешнего источника $\pm (0,02U_{\text{п}}+0,1 \text{ В})$.

2.10 Прибор МЦЕ-24АМ1 обеспечивает измерение параметров (C , $\text{tg}\delta$, I_y) при подаче на конденсатор напряжения поляризации от внутреннего источника в диапазоне 0,1 – 69,9 В во всех поддиапазонах емкости. При этом ток утечки не должен превышать значений, указанных в таблице 2.2.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения поляризации внутреннего источника $\pm (0,02U_{\text{п}}+0,1 \text{ В})$.

2.11 В приборе МЦЕ-24АМ1 предусмотрена возможность контроля напряжения поляризации во всем диапазоне установленных значений $U_{\text{п}}$ с допускаемой абсолютной погрешностью не более: $\pm(0,01U_{\text{п}}+0,1 \text{ В})$;

2.12 Время измерения C и $\text{tg}\delta$ без подачи напряжения поляризации не более 0,2 с. При измерении параметров с подачей напряжения поляризации время измерения состоит из времени заряда, времени выдержки под напряжением и измерения тока утечки, времени измерения C и $\text{tg}\delta$ и времени разряда.

$$\text{Время заряда } t_{\text{зар}} = \frac{C \times U_{\text{п}}}{I_{\text{зар}}}$$

Где C – значение емкости измеряемого конденсатора, Ф ,

$U_{\text{п}}$ – значение напряжения поляризации, В ,

$I_{\text{зар}}$ – ток заряда, А .

$$\text{Время разряда } t_{\text{разр}} = \frac{C \times U_{\text{п}}}{I_{\text{разр}}}$$

Где $I_{\text{разр}}$ – ток разряда, А .

При работе с внешним источником значения $I_{\text{зар}}$, $I_{\text{разр}}$, время заряда и выдержки определяются техническими характеристиками источника.

При работе с внутренним источником прибора МЦЕ-24АМ1 токи $I_{зар.}$, $I_{разр.}$ равны: 0,1 А в поддиапазонах 1...5 и 0,3 А в поддиапазонах 6...8, время заряда ограничено 60 с. Если за это время конденсатор не зарядился (ток через конденсатор более 30 мА), появляется сигнал «ПЕРЕГРУЗКА», и производится разряд конденсатора.

После окончания заряда производится контроль тока утечки.

В режиме измерения тока утечки производится выдержка измеряемого конденсатора под напряжением в течение времени, установленного переключателем «ВЫДЕРЖКА, s». Устанавливаемые значения выдержки: (5,0±0,5) с, (10...60) с с погрешностью ±10 % и шагом 10 с или произвольное время от окончания заряда конденсатора до нажатия кнопки окончания выдержки.

Окончанием заряда считается момент, в который ток проходящий через конденсатор становится меньше 30 мА. После измерения тока утечки измерение C , $tg\delta$ конденсатора не производится.

В режиме разбраковки конденсаторов выдержка определяется временем, в течение которого ток утечки I_u уменьшается от 30 мА до допустимого значения I_u доп., установленного на приборе, и ограничена значением, заданным переключателем «ВЫДЕРЖКА, s». По достижении током утечки значения I_u доп. ($I_u \leq I_u$ доп.) появляется сигнал «ГОДЕН», после чего производится измерение C и $tg\delta$. Если же по окончании выдержки $I_u > I_u$ доп., появляется сигнал «БРАК».

2.13 Прибор обеспечивает вывод информации о результатах измерения C , $tg\delta$ на разъем «ВЫВОД C , $tg\delta$ » на задней панели прибора в виде значений мантиссы и порядка по емкости C , нФ, значения $tg\delta$, сигналов готовности и перегрузки по C , $tg\delta$.

Мантисса и порядок C выводятся в прямом параллельном двоично-десятичном коде (см. таблицу 2.3). Значение $tg\delta$ выводится в виде четырехразрядного числа с запятой после первого (старшего) разряда в прямом двоично-десятичном коде.

Сигнал «ГОТОВНОСТЬ» выводится в прямом коде, а сигналы перегрузки по C , $tg\delta$ – в обратном.

Таблица 2.3

Номер поддиап.	Обозначение поддиапазона	Порядок n ($M_c \times 10^n$ нФ)	Код порядка n на разьеме «ВЫВОД C , $tg\delta$ »			
			8	4	2	1
1	200 нФ	2	0	0	1	0
2	2000 нФ	3	0	0	1	1
3	20 мкФ	4	0	1	0	0
4	200 мкФ	5	0	1	0	1
5	2000 мкФ	6	0	1	1	0
6	20 мФ	7	0	1	1	1
7	200 мФ	8	1	0	0	0
8	2000 мФ	9	1	0	0	1

Имеется возможность дистанционного управления прибором через разъем «ВЫВОД C , $tg\delta$ »: запуска на измерение, установки поддиапазона емкости и частоты измерительного напряжения.

Управляющие сигналы дистанционного управления: пуска, установки поддиапазонов емкости и частоты измерительного напряжения подаются в обратном коде (1 – замыкание на корпус, 0 – открытый вход).

2.14 Прибор обеспечивает вывод информации о результатах измерения U_p , измерения и разбраковки по I_u на разъем «ВЫВОД U_p , I_u » на задней панели прибора в виде значения U_p , мантиссы и порядка I_u , сигналов «ГОДЕН» и «БРАК», сигналов перегрузки по напряжению и току.

Мантисса и порядок I_y выводятся в параллельном двоично-десятичном коде в соответствии с таблицей 2.4. Значение U_p выводится в виде трехразрядного числа, ограниченного значением 699, с запятой после второго разряда в прямом двоично-десятичном коде

Таблица 2.4

Обозначение поддиапозона I_y	Порядок n ($M_1 \times 10^n \mu A$)	Код порядка на разъеме «ВЫВОД U_p, I_y »		
		4	2	1
1 μA	0	0	0	0
10 μA	1	0	0	1
100 μA	2	0	1	0
1 mA	3	0	1	1
20 mA	4	1	0	0

Значение тока утечки выводится на контакты 9...23 разъема «ВЫВОД U_p, I_y » при значении "0" сигнала U_p/I_y на контакте 2 и снимается после измерения («ГОТ ОБЩ» -- 1 на контакте 2 разъема «ВЫВОД С, $tg\delta$ »). Значение U_p выводится на контакты 12...23 разъема «ВЫВОД U_p, I_y » при значении "1" сигнала U_p/I_y и снимается с задержкой более 50 мс относительно положительного фронта сигнала «КОН. ЗАР» на контакте 4 разъема «ВЫВОД U_p, I_y » при "1" на контактах 2 и 3 того же разъема.

Имеется возможность блокировки выключения напряжения поляризации U_p после измерения путем подачи управляющего сигнала на контакт 1 разъема «ВЫВОД U_p, I_y » в обратном коде.

2.15 Время прогрева прибора после включения – 5 мин.

2.16 Максимальная электрическая мощность, потребляемая прибором не более 50 В·А.

2.17 Прибор обеспечивает непрерывную работу в течение 16 часов.

2.18 Габаритные размеры прибора не более 484×480×130 мм.

Масса не более 14 кг.

2.19 Сведения о драгоценных металлах, применяемых в приборе:

	МЦЕ-24АМ1	МЦЕ-24АМ2
золото	0,489 г	0,294 г
серебро	13,960 г	10,584 г
палладий	0,277 г	0,277 г
платина	0,000003 г	0,000003 г

Драгоценные металлы находятся в микросхемах и других элементах, расположенных в печатных платах прибора.

3 СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

3.1 В комплект поставки прибора входят:

– прибор МЦЕ-24АМ1	УБМ2.675.054-02	– 1 шт.
или прибор МЦЕ-24АМ2	УБМ2.675.054-01	-- 1 шт.
– жгут измерительный	УБМ4.854.343	– 1 шт.
– заглушка	УБМ4.847.004 для МЦЕ-24АМ1	– 1 шт.
или заглушка	УБМ4.847.005 для МЦЕ-24АМ2.	– 1 шт.
– комплект ЗИП	УБМ4.060.088	– 1 компл.
согласно ведомости ЗИП	УБМ2.675.054 ЗИ	– 1 экз..
– руководство по эксплуатации	УБМ2.675.054-02 РЭ	– 1 экз
– *источник поляризующих напряжений ИТУК–БНП1	УБМ2.645.009-1	-- 1 шт.

* Поставляется по отдельному заказу.

4 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

4.1 Упрощенная функциональная схема прибора показана на рис. 4.1.

Прибор МЦЕ-24АМ2 представляет собой измеритель C и $\text{tg}\delta$ конденсаторов, к разъему «БНП» которого подключается внешний источник напряжения поляризации и измеритель тока утечки (в дальнейшем БНП). При измерении без напряжения поляризации к этому разъему подключается заглушка УБМ4.847.005.

Прибор МЦЕ-24АМ1 может аналогично прибору МЦЕ-24АМ2 работать с внешним БНП. Кроме того, он имеет внутренний источник напряжения поляризации и измеритель тока утечки (в дальнейшем - источник U_p), выходы которого подключены к тому же разъему.

При соответствующих коммутациях в ответной части разъема «БНП» (в заглушке УБМ4.847.004) внутренний источник подключается к измерителю C , $\text{tg}\delta$ на место внешнего источника БНП.

При измерении без напряжения поляризации вывод I_N измеряемого конденсатора подключается к корпусу.

Измеритель C , $\text{tg}\delta$ содержит платы: преобразования, синхронных детекторов, интеграторов, управления, счетчиков, формирования сигналов и индикации.

Напряжение переменного тока 50 или 100 Гц с измеряемого объекта S_x , R_x через повторитель ПН и инвертор ИН подается на дифференциальный усилитель, вырабатывающий напряжение E_x , пропорциональное падению напряжения на измеряемом объекте. Переменный ток от измеряемого объекта через вторичную обмотку выходного трансформатора генератора U_{\sim} подается на диапазонный усилитель, напряжение U_x на выходе которого пропорционально току через измеряемый объект. Резисторы на входе и в цепи обратной связи усилителя предназначены для коммутации 8-ми поддиапазонов емкости.

Напряжения E_x , U_x подаются на вход синхронных детекторов СДЕ, СДТ, СДС платы синхронных детекторов, которые вырабатывают выходные напряжения E_{xc} , E_{xt} , U_{xc} , где E_{xc} , U_{xc} – реактивная, а E_{xt} – активная составляющие напряжений E_x , U_x .

При измерении по последовательной схеме замещения значения C_x и $\text{tg}\delta$ определяются через составляющие напряжений: U (напряжение на выходе усилителя, пропорциональное току через S_x) и E (напряжение на S_x) следующим образом:

$$C_x = \frac{1}{\omega R_0} \cdot \frac{(U_i E_r - U_r E_i)^2 + (U_r E_r + U_i E_i)^2}{(U_i E_r - U_r E_i)(E_r^2 + E_i^2)};$$
$$\text{tg}\delta_x = \frac{U_r E_r + U_i E_i}{U_i E_r + U_r E_i},$$

где $E = E_r + jE_i$, $U = U_r + jU_i$,

ω – угловая частота измерительного напряжения,

R_0 – эквивалентное сопротивление обратной связи усилителя.

При формировании опорных напряжений из напряжения на выходе диапазонного усилителя $U_x = U$, и с учетом, что $E_x = jE$, получим: $U_i = U_{xc}$; $U_r = 0$;

$E_i = E_{xc}$; $E_r = E_{xt}$.

Подставляя эти значения в выражения для C и $\text{tg}\delta$, получим:

$$C_x = \frac{1}{\omega R_0} \cdot \frac{U_{xc}}{E_{xc}}; \quad \text{tg}\delta = \frac{E_{xt}}{E_{xc}}.$$

Напряжение E_{xc} формируется на выходе синхронного детектора СДЕ, напряжения U_{xc} , E_{xt} – на выходах СДС и СДТ соответственно.

Интеграторы I_C , I_T платы интеграторов формируют времена интегрирования, пропорциональные отношениям U_{xc}/E_{xc} ; E_{xt}/E_{xc} ;

Эти интервалы времени заполняются счетными импульсами частотой 100 кГц от генератора ГСИ в плате управления, которые поступают на входы счетчиков каналов емкости и $tg\delta$ (СЧС и СЧТ), формирующих отсчет по емкости и $tg\delta$. Значения C_x и $tg\delta_x$ поступают на плату индикации и на выходной разъем «ВЫВОД C, tg».

При измерении с напряжением поляризации от внутреннего источника U_p контакт реле К3 отключает вывод I_n измеряемого конденсатора C_x от корпуса и подключает его к выходу источника U_p , а вывод I_v – через замкнутые контакты К1 и К2 – к сопротивлению шунта $R_{ш}$.

Переключение режимов $U_p = 0$ или 1 производится тумблером U_p на передней панели прибора только после окончания работы прибора (ГОТ ОБЩ. = 1).

Перед измерением с напряжением поляризации напряжение $U_p = 0$.

При запуске прибора напряжение на C_x нарастает линейно до установленного значения U_p . Ток заряда C_x ограничивается шунтом. После окончания заряда и установления напряжения U_p ток через шунт снижается.

При достижении им значения 30 мА реле К2 переключает вывод I_v конденсатора на вход схемы контроля I_y . По окончании контроля I_y реле К1 подключает вывод I_v на вход схемы измерения C и $tg\delta$, а К2 возвращается в исходное положение.

После измерения C и $tg\delta$ реле К1 также возвращается в исходное положение, конденсатор разряжается контролируемым током до напряжения $U_p = 0$. Значения напряжения поляризации и тока утечки контролируются цифровым вольтметром, работающим в режиме автозапуска с регулируемой частотой.

В режиме контроля U_p на табло вольтметра U_p , I_y регистрируется значение U_p .

В режиме контроля I_y после запуска на измерение регистрируется напряжение U_p в интервале времени от начала заряда до включения установленного поддиапазона тока утечки. Затем регистрируется изменение тока в установленном поддиапазоне до окончания выдержки, при этом последнее значение тока утечки остается на табло до следующего измерения.

Временная диаграмма работы прибора с источником напряжения поляризации БНП в режиме разбраковки по току утечки показана на рис. 4.2.

Запуск на измерение производится от прибора МЦЕ-24АМ. С некоторой задержкой сигнал ПУСК БНП запускает источник напряжения поляризации, измеряемый конденсатор заряжается, после чего производится контроль I_y . Если ток I_y более I_y доп., то по окончании времени выдержки устанавливается сигнал БРАК, от БНП поступает сигнал окончания измерения, и происходит возврат приборов в исходное состояние с разрядом конденсатора. Если до окончания выдержки ток I_y становится менее I_y доп., устанавливается сигнал «ГОДЕН», и от БНП поступает сигнал на измерение C , $tg\delta$: ПУСК МЦЕ. При выключенной кнопке «ПУСК АВТ.» прибора производится одиночное измерение C , $tg\delta$, после чего сигнал ПУСК БНП возвращается в состояние "1", и измерение оканчивается с разрядом конденсатора.

При включенной кнопке «ПУСК АВТ.» прибора измерение C , $tg\delta$ повторяется в периодическом режиме до выключения кнопки «ПУСК АВТ.», но не более допустимого для БНП интервала времени (1–1,5 мин), по окончании которого измерения C , $tg\delta$ прерываются возвращением в "1" сигнала ПУСК МЦЕ. Во избежание ошибки в измерении C , $tg\delta$ производится запуск на последнее измерение, а разряд производится через 0,5 с, т.е. с запасом после окончания измерения C , $tg\delta$. По окончании разряда сигнал ГОТОВНОСТЬ БНП, а также сигнал общей готовности устанавливаются в "1".

В режиме измерения I_y измерение тока утечки происходит непрерывно до окончания выдержки, при этом на табло сохраняется последнее измеренное значение тока утечки.

Работа с внутренним источником U_p производится аналогично. Выходы сигналов источника U_p поступают на разъем «БНП» прибора МЦЕ-24А1 и подключаются к контактам, предназначенным для подачи соответствующих сигналов БНП, путем коммутации в ответ-

ной части разъема «БНП» (в заглушке УБМ4.847.004 ЭЗ). При этом в режиме измерения I_u после окончания выдержки измерение заканчивается без измерения C , $tg\delta$.

Временная диаграмма работы измерителя C , $tg\delta$ показана на рис. 4.3. Пояснения к ней – в разделе 4.6.

4.2. Плата преобразования УБМ3.549.049 ЭЗ содержит дифференциальный усилитель $D1...D6$, напряжение на выходе которого jEx пропорционально напряжению на измеряемом конденсаторе; $D1$, $D2$ – повторители с высоким выходным сопротивлением; $D3$ – инвертор напряжения; $D4$, $D5$ – низкочастотные фильтры; $D6$ – суммирующий каскад с регулируемым коэффициентом усиления.

Микросхема $D7$ с элементами обратной связи – диапазонный усилитель. Напряжение на его выходе в каждом поддиапазоне емкости пропорционально току через измеряемый конденсатор.

В первых трех поддиапазонах (младших) ток от измеряемого конденсатора поступает прямо на вход усилителя $D7$ через контакт реле $K5$. В поддиапазонах 4...8 ток поступает на соответствующий шунт ($R38...R41$), а напряжение с шунтов через резистор $R45$, подстроечные резисторы $R34...R37$ и контакты $K6$, $K7$ поступает на вход усилителя $D7$ и резистор обратной связи $R49$.

Усилитель $D7$ в этих поддиапазонах включен по схеме дифференциального усилителя, поскольку напряжение в общей точке шунтов $U_{пн}$ может отличаться от нуля.

При этом должно соблюдаться соотношение:

$$\frac{R45+R_{доб}}{R49} = \frac{R42}{R43+R44}, \text{ где } R_{доб} \text{ – сопротивление соответствующего резистора } R34...R37.$$

Резисторы $R95...R97$ включаются последовательно с измеряемым конденсатором в 1-3 поддиапазонах соответственно и служат для уменьшения высокочастотных шумов на выходе $D7$.

В плате преобразования находится также генератор измерительного напряжения переменного тока частоты 50 или 100 Гц, который формируется на микросхеме $D8$, включенной по схеме моста Вина с синхронизацией от переменного или выпрямленного напряжения сетевой частоты ($\sim 7,5$ В). Выходное напряжение $D8$ поступает на два последовательных активных фильтра ($D9$, $D10$), выходной каскад $VT1...VT4$ и первичную обмотку выходного трансформатора $T1$, вторичная обмотка которого подключается между измеряемым конденсатором и входом диапазонного усилителя. Инвертор на транзисторе $VT6$ используется для формирования компенсирующего напряжения для платы синхронных детекторов.

Фильтр $R91$, $R92$, $C25$ с выходным транзистором $VT5$ используется для формирования сигнала ПЕРЕГР МЦЕ вых. при возникновении перенапряжений по постоянному току в измерительной схеме.

Конденсаторы $C32$, $C33$, резисторы $R106$, $R107$ на входе $D1$, $D2$ и $R108$, $R109$ на выходе $D1$, $D2$ используются для формирования сигнала неконтакта частоты 100 кГц при отрыве контактов U_n , U_v от измеряемого объекта.

Сигнал неконтакта поступает на вход 1 платы сигнала неконтакта УБМ3.857.312 ЭЗ. После усиления ($DA1$, $DA2$), выпрямления ($VD1$, $VD2$) и фильтрации ($C7$) он открывает транзистор $VT1$ и зажигает светодиод НЕКОНТАКТ на передней панели прибора.

Если сигнал неконтакта имеет место при измерении C и $tg\delta$, то он запоминается триггером $D3.3$ и через $VT2$, $VT1$ включает светодиод «НЕКОНТАКТ» до следующего измерения.

4.3 Плата синхронных детекторов УБМ3.549.050 ЭЗ содержит формирователи опорных напряжений каналов емкости ($D1$) и $tg\delta$ ($D2$, $D3$) из выходного напряжения диапазонного усилителя jU_x . Усилитель $D1$ охвачен емкостной обратной связью, позволяющей

устранить постоянную составляющую выходного напряжения диапазонного усилителя. Последовательные и параллельные резисторы в цепи обратной связи служат для уменьшения влияния высших гармоник и для подстройки фазы на частотах 50 Гц (R4) и 100 Гц (R3).

В формирователе опорного напряжения канала $\text{tg}\delta$ сдвиг 90° обеспечивается с помощью дифференцирующего усилителя D3, который также устраняет постоянную составляющую выходного напряжения диапазонного усилителя. Поскольку в обратную связь усилителя D3 включены корректирующие резисторы и емкость C10, которые делают сдвиг фазы меньшим 90° , дополнительный сдвиг фазы обеспечивается в фазовом контуре D2.1 и инверторе D2.2. Подстройка фазы опорного напряжения по $\text{tg}\delta$ производится резисторами R23 для частоты 50 Гц и R22 – для 100 Гц, R16 – для 50 и 100 Гц вместе.

Выходы формирователей опорного напряжения подключены ко входам усилителей D7, D8, преобразующих переменные напряжения в прямоугольные размахом 13 В, которые с помощью микросхемы D9 превращаются в прямоугольные напряжения размахом 0–5 В. Эти напряжения подаются на управляющие входы микросхем D12.3, D13.3, D14.1. А на входы ключей этих микросхем подаются напряжения со входов и выходов инверторов D4, D5, которые вместе с ключами образуют синхронные детекторы. Выходные напряжения синхронных детекторов $U_{\text{хс}}$, $E_{\text{хс}}$, $E_{\text{хт}}$ используются для дальнейшей обработки.

Для создания крутых фронтов опорного напряжения на выходе 6.D8 применяется положительная обратная связь с выхода 6.D8 на вход 3.D8.

Для формирования опорного напряжения $U_{\text{ос}}$ при нулевом отсчете по емкости ($jU_{\text{хс}}=0$) на вход усилителя D1 подается напряжение $jE_{\text{х}}$ через емкость C1 и делитель R32, R7. При достаточных значениях напряжения $jU_{\text{хс}}$ (соответствует отсчету

002 – 010 по емкости) делитель закорачивается ключом D10 от пороговой схемы на микросхеме D15.

В усилителях D4, D5 применяется автоматическая компенсация дрейфа нуля путем подключения напряжения дрейфа к неинвертирующим входам этих усилителей и соединенным с ними запоминающим конденсаторам C11, C12 в моменты между измерениями (сигнал ГОТ СТ = 0) с помощью вспомогательных инверторов D6.1, D6.2 соответственно.

Конденсаторы C13...C16 обеспечивают задержку отрицательного фронта прямоугольных управляющих импульсов ключей для устранения состязаний при переключении на один выход противофазных напряжений.

4.4 Плата интеграторов УБМ3.549.051 ЭЗ включает в себя интеграторы каналов емкости (D2, D5.1), $\text{tg}\delta$ (D4, D6) и напряжения E (D3, D5.2); нуль-индикаторы канала C (D7) и $\text{tg}\delta$ (D8); схемы, вырабатывающие сигналы конца счета и перегрузки по каналам C и $\text{tg}\delta$: D16, D17, D19, VT1...VT4; схему формирования тактовой частоты $F_{\text{т}}$ (50 Гц) из частоты измерения (50 или 100 Гц) – D17.1, D18.1; схему компенсации паразитных параметров D13.2, D14, D15, D1.1, D1.2.

Интеграторы и нуль-индикаторы имеют схему автоматической компенсации дрейфа нуля. В интеграторах, построенных на инвертирующих усилителях, для этого используются дополнительные инверторы D5.1, D5.2, D6; в нуль-индикаторах, построенных на неинвертирующих усилителях, напряжение компенсации дрейфа подается на инвертирующие входы.

В течение времени прямого интегрирования ПИ (20 мс) производится интегрирование сигналов синхронных детекторов ($U_{\text{хс}}$, $E_{\text{хс}}$, $E_{\text{хт}}$). После этого на входы интеграторов C (D2) и $\text{tg}\delta$ (D4) подключается напряжение с выхода интегратора E (D3), и производится обратное интегрирование в течение времени ОИс – для D2, ОИт – для D4 до достижения выходным напряжением интегратора нулевого значения, которое регистрируется нуль-индикатором, при этом вырабатывается сигнал конца счета: КСС – по емкости, КСТ – по $\text{tg}\delta$. Для более точной фиксации момента перехода нуля в нуль-индикаторах применена положительная обратная связь с помощью резисторов R77, R78.

Схема формирования частоты работает следующим образом. При частоте измерения 100 Гц положительные фронты сигнала $F_{\text{вх}}$ измерительной частоты подаются на вход с

D-триггера D18.1, работающего в режиме счета, что дает деление входной частоты на 2, т.е. $F_T = 50$ Гц. При входной частоте 50 Гц каждый отрицательный фронт $F_{вх}$ устанавливает триггер D18.1 в "1" по входу S, а каждый положительный фронт - в "0" по входу C, при этом частоты переключения входного и выходного напряжений совпадают и равны 50 Гц.

Схема компенсации паразитных параметров включает в себя делители и усилители (D1.1, D1.2), на которых вырабатываются компенсирующие напряжения $\pm U_{хк}$ и $\pm e_{хк}$. Эти напряжения с помощью переключек, резисторов и ключевых схем D13.2, D14, D15 подключаются ко входам интеграторов D2, D4 в соответствующих поддиапазонах емкости, обеспечивая требуемую компенсацию, которая определяется при регулировке и настройке прибора по точности.

4.5 Плата формирования сигналов УБМ3.857.327 Э3 служит для формирования сигналов, связанных с установкой поддиапазонов по емкости и частоты измерительного напряжения при ручном или дистанционном управлении.

При ручном управлении диапазоны емкости устанавливаются от сигналов с переключателя на передней панели, поступающих в обратном коде на входы микросхем D1, D2. Если все кнопки поддиапазонов переключателя отжаты, то на вход 6.D5 поступает +5 В, что при ручном управлении ($\overline{DU_{вх}} = 1$) приводит к включению 7 поддиапазона во избежание разрыва измерительной цепи.

При дистанционном управлении сигнал $\overline{DU_{вых}}$ (контакт 11А) устанавливается в "1" и делает все сигналы от переключателя "единичными" независимо от включенной кнопки. При этом на вторые входы схем "И" микросхем D1, D2 поступают сигналы с выходов микросхемы D4, которая переводится в рабочее положение сигналом $\overline{DU_{вх}} = 0$ (контакт 10А), поступающим на вход 6.D4. При этом вывод, соответствующий установленному кодом ПД1 ... ПД3 поддиапазону (контакты 22А, 27А, 26А), подключается к выводу 3 (Y), связанному с корпусом, и устанавливается соответствующий поддиапазон. Установка частоты также производится, как от переключателя сигналом 100 Гц ПК (контакт 9А) при $\overline{DU_{вх}} = 1$ (контакт 10А), т.е. при ручном управлении, так и с разъема ВЫВОД сигналом 100 Гц ДУ (контакт 25А) при дистанционном управлении ($\overline{DU_{вх}} = 0$).

Из сигналов поддиапазонов 1...8 формируются сигналы управления, сигналы установки реле в измерительной схеме, сигналы порядка отсчета емкости, поступающие на разъем ВЫВОД, сигналы запятой и размерности, поступающие на плату индикации.

В плате для МЦЕ-24АМ1 формируется также сигнал I_y НЕ ИЗМ в соответствии с таблицей 2.2, который включает светодиод на передней панели прибора и блокирует измерение тока утечки при недопустимом сочетании положений переключателей поддиапазонов С и I_y .

4.6 Плата управления УБМ3.857.329 служит для запуска прибора на измерение, управления совместной работой источника напряжения поляризации и измерителя С, $tg\delta$, формирования измерительного цикла и сигналов управления измерителя С, $tg\delta$, формирования выходных сигналов гашения табло и "минус" отсчета.

Ручной запуск производится с помощью триггера D1.1, D1.2 и кнопкой на передней панели. Отрицательный фронт импульса через дифференцирующую цепочку С3, R11 запускает триггер измерения D14.1 являющийся стартовым для работы других устройств прибора. Внешний запуск производится кратковременным замыканием на корпус контакта 25А ($10 \text{ мкс} < \tau_{и} < 10 \text{ мс}$), где $\tau_{и}$ – длительность импульса дистанционного запуска.

Временная диаграмма работы измерителя С, $tg\delta$ без подачи напряжения поляризации показана на рис. 4.3. В этом случае положительный импульс с выхода 1.D14 через микросхемы D12.1, D4.1 запускает одновибратор задержки D5.1, D5.2, схему синхронизации запуска с тактовой частотой D13.1, D13.2 и триггер измерения С, $tg\delta$ D17.1. При этом открывается вентиль D3.1, и тактовая частота F_T проходит на вход счетчика D18 с десятичным дешифратором на выходе. На выходах D18 последовательно появляются импульсы длительностью 20 мс. Импульс с вывода 2.D18 используется для начального сброса счетчиков и логических устройств. Следующий импульс 4.D18 используется для прямого интегриро-

вания интеграторов (ПИ). Импульс ПИ синхронизируется со счетными импульсами с помощью триггера D14.2, с выходов которого импульс ПИ через цепь задержки отрицательного фронта (VD3, R52, C29 и D8.4) поступает на выходной контакт 2А и далее – в плату интеграторов.

Кварцевый генератор счетных импульсов частотой 100 кГц выполнен на микросхеме D6.6. По заднему фронту импульса прямого интегрирования с D8.4 запускаются триггеры обратного интегрирования по С (D15.1) и $tg\delta$ (D16.1). Сигналы ОИс, ОИт с вывода 2 микросхем D15.1, D16.1 через цепи задержки отрицательного фронта (VD15, R59, C36 и VD16, R60, C37) поступают на выходные контакты 3Б, 4А и далее в плату интеграторов.

Сброс триггеров обратного интегрирования в исходное положение производится импульсами окончания счета: КСС для D15.1 и КСТ – для D16.1, поступающими из платы интеграторов.

Из импульсов прямого и обратного интегрирования формируются импульсы интегрирования Ис и Ит на схемах совпадения D23.1 и D23.2 (контакты 4Б, 6Б), а также импульс интегрирования опорного интегратора Ие, совпадающий с тем из импульсов Ис или Ит, который имеет большую длительность (контакт 8А).

Из импульсов обратного интегрирования на выходах 13.D15 и 13.D16 формируются синхронизированные со счетными импульсами интервалы времени, в течение которых счетные импульсы проходят на входы счетчиков. На выходах схем совпадений 10.D10, 4.D10 появляются соответствующие пачки импульсов СЧИС и СЧИТ, которые поступают через контакты 5Б и 7Б на входы счетчиков каналов С и $tg\delta$ для формирования отсчета С и $tg\delta$. Задержка переднего фронта импульсов 13.D15 и 13.D16 по сравнению с импульсами 1.D15 и 1.D16 соответственно компенсирует смещение усилителей и время переключения ключевых микросхем.

При малых отрицательных сигналах после включения в исходное состояние триггера прямого интегрирования время включения и выключения триггера обратного интегрирования D15.1, D16.1 менее времени задержки R59, C36 и R60, C37, и срабатывания триггеров D15.2, D16.2 не происходит. При этом на выходах схем совпадения 10.D22 и 4.D22 положительный фронт не появляется, и триггеры D17 остаются в положении "1", установленном по началу ПИ импульсом с 3.D10.

При этом зажигаются сигналы "–С" или "– $tg\delta$ " (с гашением табло $tg\delta$). При большем минусе происходит счет импульсов до появления сигналов перегрузки Пс, Пт без регистрации знака с гашением табло (отрицательная перегрузка).

Сигналы перегрузки вырабатываются в случае, если напряжение на выходе интеграторов Ис, Ит не меняет полярности, когда число в соответствующем счетчике достигнет максимально – допустимого значения: 2 – для емкости или 5 для $tg\delta$ в старших разрядах. Сигналы вырабатываются в плате интеграторов (D16, D17, D19, VT1...VT4 в УБМ3.549.051 ЭЗ).

Гашение отсчета С производится также в начале 8 поддиапазона (до отсчета 020), т.к. в этом случае напряжение Ех велико и входит в ограничение, что искажает отсчет емкости.

Гашение отсчета $tg\delta$ производится для значений емкости от 000 до 040 в каждом поддиапазоне емкости, т.к. в этом случае значение $tg\delta$ может значительно отличаться от действительного.

При работе с внешним или внутренним источником напряжения поляризации сигнал Уп (контакт 26А) устанавливается в "0".

При запуске прибора после установки в "1" триггера измерения D14.1 пуск измерителя С, $tg\delta$ через вход 1.D12 блокирован. Вместо этого сигналом ПУСК БНП (контакт 21А) запускается источник напряжения поляризации, и производится заряд и измерение тока утечки конденсатора. После этого от источника поступает сигнал на измерение С, $tg\delta$ ИЗМ СТ (контакт 27А) отрицательным фронтом, который через микросхемы D9.1, D9.3, D4.1 запускает измерение С и $tg\delta$.

При этом производится задержка измерения на один холостой измерительный цикл для устранения влияния переходных процессов. Холостой цикл измерения получается путем блокирования импульса ПИ триггером D21.1. Блокируется также импульс сброса триггера измерения схемой совпадения D1.4, и происходит повторный измерительный цикл, при котором триггер блокировки сброшен импульсом окончания холостого цикла.

Импульс конца измерения с 10.D3 возвращает триггер измерения С, $tg\delta$ D17.1 в исходное состояние. При одиночном измерении (кнопка АВТ прибора выключена) этот же импульс через микросхемы D1.4, D2.2 возвращает в исходное состояние также триггер измерения D14.1, и сигнал ПУСК БНП становится положительным, что является сигналом к окончанию работы источника напряжения поляризации, который производит разряд конденсатора и устанавливает в "1" сигнал ГОТ БНП. Вместе с этим сигналом через микросхему D1.3 и транзистор VT8 устанавливается в "1" сигнал общей готовности, и цикл измерения заканчивается.

При включенной кнопке АВТ. после первого измерения С, $tg\delta$ сброс триггера измерения D14.1 запрещен нулевым сигналом 3.D7. Разряженная при измерении С, $tg\delta$ емкость С1 снова заряжается, и через открытую сигналом 1.D14 микросхему D7.3 производится повторный запуск на измерение С, $tg\delta$ и т.д. При этом триггер измерения D14.1 остается в состоянии "1", и цикл автозапуска продолжается. Прерывание его может наступить при выключении кнопки АВТ. прибора или положительным фронтом сигнала ИЗМ СТ (контакт 21А) от источника напряжения поляризации, который поступает при превышении допустимого времени работы источника при подаче на конденсатор измерительного переменного напряжения (1 – 1,5 мин). В обоих случаях на выходе 3.D7 устанавливается "1" при установке нуля на входе 2.D7 от триггера последнего измерения D17.2, который включается положительным фронтом сигнала ИЗМ СТ, или при установке нуля на входе 1.D7 при выключении кнопки «ПУСК АВТ.» ("1" на контакте 28А).

При этом блокируется заряд конденсатора С1 транзистором VT3, открывается вентиль D1.4 и производится (через диод VD2) запуск на последнее измерение, после которого триггер измерения D14.1 устанавливается в исходное положение.

По сигналу конца измерения (контакт 21А) через 0,5 с производится разряд и установка в "1" сигнала общей готовности (контакт 18А).

При работе с внешним источником БНП предусмотрен также ручной режим работы БНП. В этом режиме включение напряжения поляризации, контроль тока утечки, измерение С, $tg\delta$ осуществляются запуском от БНП, а запуск от МЦЕ-24А блокирован (D3.4, VD21).

Запуск на измерение С, $tg\delta$ в этом режиме осуществляется от источника БНП через контакт 27А отрицательным импульсом длительностью (100 ± 20) мс, который включает в "1" триггер реле СТ (D9.3, D5.3) и через вход 4.D4 запускает измеритель С, $tg\delta$; т.к. при этом триггер измерения D14.1 остается в "0", то работа других устройств запуска блокирована. Выключение триггера реле СТ производится при выключении триггера измерения С, $tg\delta$ D17.1 по цепи, открытой только в ручном режиме работы БНП (D9.4, C19, R28).

4.7 Плата счетчиков УБМ3.857.328 Э3 включает в себя два четырехразрядных двоично-десятичных счетчика: счетчик канала емкости на микросхемах D1...D4 с буферными выходными каскадами D9...D11 (счетчик С); счетчик канала $tg\delta$ на микросхемах D5...D8 с буферными каскадами D11...D13 (счетчик Т).

В старшем разряде используются:

– в счетчике С: 1 и 2 (максимальный отсчет 1999, а 2 старшего разряда служит для регистрации переполнения счетчика);

– в счетчике Т: 1, 2 и 4 (максимальный отсчет 4999, а для регистрации переполнения используются 4 и 1).

Так как при большом значении $tg\delta$ чувствительность снижается, то в младшем разряде $tg\delta$ предусмотрено гашение 1 и 2 при $tg\delta > 2$; 8 и 4 при $tg\delta > 4$.

В плате вырабатываются также сигналы:

– БЛОК. Т (VD5...VD12, R5, D14.3, VT2), включающийся при отсчете по емкости менее 040;

– НАЧ. 8 ПД (VD5...VD15, R8, R9, VT3, VT4), включающийся в 8 поддиапазоне при отсчете по емкости менее 020;

– ГАШ. 1Д С (D14.3, VT1), включающийся при нуле в 1 декаде емкости.

В плате для МЦЕ-24А1 имеется трехразрядный двоично-десятичный счетчик вольтметра D15...D17 с буферными выходными каскадами D18, D19.

4.8 Плата индикации УБМ3.681.068 ЭЗ включает четырехразрядные цифровые индикаторы значений емкости (A1 ... A4) и $\text{tg}\delta$ (A5 ... A8). Для преобразования двоично-десятичного кода с выходов счетчиков С, $\text{tg}\delta$ в семисегментный используются микросхемы D1...D8. В качестве цифровых индикаторов выбраны светодиодные одиночные индикаторы с пониженным потреблением тока, фирмы KING BRIGHT.

Через диоды VD3, VD4, VD6 и VD10, VD11, VD13 включаются знаки переполнения "П", через диоды VD5 и VD12 – знаки "минус". Размерность по емкости индицируется светодиодами VD7...VD9, сигнал НЕКОНТАКТ светодиодом VD14.

4.9 Плата фильтров УБМ3.592.002 ЭЗ включает выпрямители и фильтры, позволяющие получить из напряжений стандартного трансформатора входные выпрямленные напряжения для стабилизаторов +5 В, 1 А и ± 15 В, 250 мА.

4.10 Последующие схемы используются только в приборе МЦЕ-24АМ1 с внутренним источником напряжения поляризации.

Плата источника напряжения поляризации УБМ3.503.257 ЭЗ включает в себя источник напряжения поляризации и схему управления работой источника.

Трансформатор, выпрямитель и фильтр входного напряжения источника, выходные транзисторы заряда и разряда, переключатель для установки выходного напряжения источника, входной делитель опорного тока находятся вне платы источника (см. схему прибора МЦЕ-24АМ1 УБМ2.675.054-02ЭЗ).

Управляющим элементом источника являются микросхема D1 с инвертором D3. К их выходам подключены цепи заряда и разряда. Управление транзистором заряда, подключенным к контактам 26Б, 27Б, 30Б, производится выходным напряжением микросхемы D1 через транзисторы VT1, VT2; управление транзистором разряда, подключенным к контактам 22А, 23АБ, 20Б, - выходным напряжением микросхемы D3 через транзисторы VT3, VT4.

Опорное напряжение источника формируется с помощью стабилитрона VD3 и буферного повторителя D2.

В нерабочем состоянии входной делитель тока, совмещенный с переключателем напряжения поляризации (S1.1 ... S1.3, R4 ... R18 в УБМ2.675.054-02 ЭЗ) отключен от источника опорного напряжения и подключен к корпусу. При этом на выходе источника независимо от положения переключателей S1.1 ... S1.3 устанавливается нулевое напряжение.

При включении источника опорное напряжение подключается к входному делителю (контакт 31Б) с помощью ключа микросхемы D6.1. При отсутствии емкостной нагрузки выходное напряжение источника мгновенно принимает значение, установленное переключателем, из-за действия отрицательной обратной связи через резисторы R1, R3. При наличии емкостной нагрузки происходит постепенный заряд емкости до установленного значения. Ток заряда проходит через транзистор заряда, измеряемый конденсатор и шунт Rш (R34 в УБМ2.675.054 ЭЗ). Напряжение с шунта $U_{\text{пн}}$ (контакт 15А) подается на входы 1 и 6 микросхемы D4 и сравнивается с положительным и отрицательным напряжениями на резисторах R41 и R42. Если при заряде положительное напряжение $U_{\text{пн}}$ превышает напряжение на R41, на выходе 12.D4 устанавливается отрицательное напряжение, включается цепь отрицательной обратной связи (VD20, R18), поддерживающей напряжение $U_{\text{пн}}$ близким к напряжению на R41. Ток заряда при этом равен $U_{\text{пн}}/R_{\text{ш}} \approx 0,3$ А, что обеспечивает заряд конденсатора стабильным током установленного значения. Аналогично при выключении опорного напряжения и последующем разряде устанавливается отрицательная полярность напряжения $U_{\text{пн}}$. В этом случае постоянный ток разряда поддержива-

ется микросхемой D4.2 через VD22, R24. В 1...5 поддиапазонах емкости параллельно R41, R42 подключаются резисторы R38, R39 контактами микросхемы D7, и ток заряда-разряда в этих поддиапазонах имеет пониженное значение 0,1 А.

К выходам усилителей D4.1, D4.2 через диоды подключен интегратор D5, с помощью которого ограничивается длительность непрерывного заряда или разряда. При достижении порогового напряжения на делителе R49, R50 включается триггер перегрузки источника, который производит его отключение с разрядом конденсатора и индикацией сигнала ПЕРЕГРУЗКА.

Для стабилизации тока перегрузки при различных токах заряда-разряда используется светодиод VD24. Диод предназначен для включения перегрузки, если

$I_y > 30$ мА в течение двух минут.

Включение источника производится по сигналу ВКЛ Уп (контакт 14А), поступающему через переключку в заглушке (УБМ4.847.004) от контакта 21А платы управления. При этом опорное напряжение с 6.D2 через ключ 5,6.D6.1 подается на входной делитель источника, и производится заряд измеряемого конденсатора.

По окончании заряда, или по концу импульса от C11, R65, если его длительность превышает время заряда, включается схема задержки R69, C14, по окончании которой включается триггер общего измерения D13.1, D13.2 и устанавливается в "0" сигнал КОИТР Iy (контакт 6Б). По этому сигналу ток измеряемого конденсатора переключается с шунта на вход устройства контроля тока утечки (К2 УБМ2.675.054 Э3).

Когда ток утечки становится менее установленного переключателем S2.1, S2.2 (УБМ2.675.054 Э3) значения Iy доп., на выходе компаратора (контакт 10А) появляется отрицательный фронт напряжения, по которому в режиме разбраковки включается триггер измерения C, tgd (D8.3, D8.4), сигнал КОИТР Iy устанавливается в "1", открывается транзистор VT9, который через переключку в заглушке (УБМ4.847.004 Э3) запускает измеритель C, tgd (контакт 27А УБМ3.857.329 Э3).

После измерения C, tgd в однократном или автоматическом (многократно) режиме сигнал ВКЛ Уп возвращается в "1" платой управления прибора (УБМ3.857.329 Э3). При этом триггер измерения C, tgd (D8.3, D8.4), а от него и триггер общего измерения D13.1, D13.2 устанавливаются в исходное положение. Опорное напряжение отключается от входного делителя ключом D6.1, измеряемый конденсатор разряжается. После того, как выходное напряжение источника станет менее 1–2 В, запираются транзисторы VT10, VT11, выключая светодиод индикации включения Уп и устанавливая в "1" сигнал готовности источника (контакт 6А).

Начальная установка триггеров при включении питания производится от момента включения до окончания заряда C15. Сброс триггеров D18 производится по сигналу ВКЛ Уп. Установка их в 1 запрещается нулевыми сигналами на контактах 3, 4, 5 D14.1. Счетчик для формирования сигналов выдержки расположен на отдельной плате (УБМ3.857.330 Э3). На контакт VxС (9А) подаются счетные импульсы, на контакт VxR (8А) – сигнал сброса счетчика.

В случае, если ток утечки за установленное время выдержки в режиме разбраковки не станет менее допустимого, импульсом с контакта 12Б включается триггер D18.1, D18.2. При этом загорается светодиод «БРАК», и измерение оканчивается сигналом КОН. ИЗМ. (контакт 12А). В противном случае по сигналу ВЫХ. КОМП. (контакт 10А) импульсом через C27 включается триггер D18.3, D18.4, загорается светодиод «ГОДЕН», и измерение продолжается.

При возникновении перегрузок по напряжению в измерительной цепи или по току во время измерения срабатывает схема «ИЛИ» на D12.3, отпирается транзистор VT12, который включает триггер перегрузки D15.2, D15.3 и прерывает измерение с индикацией перегрузки на передней панели прибора.

Сигнал СБРОС (контакт 16А) от кнопки «СБРОС» позволяет в любой момент прервать измерение и установить измеритель C, tgd в исходное состояние. При работе с внут-

ренным источником напряжения производится также установка в исходное положение источника.

При работе с внешним источником напряжения поляризации он работает в соответствии с инструкцией по эксплуатации на этот источник.

4.11 Плата контроля тока утечки УБМ3.857.310 Э3 включает в себя следующие микросхемы:

D1 с транзистором VT1 на выходе – диапазонный усилитель по току утечки;

D2.1 – пороговая схема для определения конца заряда;

D2.2 – пороговая схема для определения поддиапазона по току утечки;

D4 – счетчик поддиапазонов;

D3 – переключатель поддиапазонов по сигналам D4;

D8.2 – усилитель, выходное напряжение которого пропорционально I_y доп.;

D8.1 – компаратор для сравнения I_y и I_y доп.;

D5 ... D7 – логические микросхемы.

В обратную связь усилителя D1 включены образцовые резисторы R28 ... R32 (УБМ2.675.054Э3), определяющие пропорциональность выходного напряжения усилителя D1 входному току I_y .

Контакты D3.1 подключены параллельно контактам 2-3 переключателей четырех старших поддиапазонов (SB6.2 ... SB6.5 УБМ2.675.054-02 Э3) в блоке переключателей «ДИАПАЗОН I_y ».

После окончания заряда, когда напряжение $U_{пн}$ (контакт 14А) становится меньше напряжения на R3, что соответствует току около 30 мА, устанавливается старший поддиапазон I_y ("10 мА") замыканием контактов 8 и 4.D3.1, и производится сравнение напряжений на контактах 6 и 7.D2.2. Если выходное напряжение D1 становится меньше нижней границы, установленной делителем R15, R16, происходит переключение в следующий поддиапазон (в сторону младшего поддиапазона): контакт 8.D3.1 отключается от контакта 4 и соединяется с контактом 5 и т.д. Одновременно контакт 9 D3.2 замыкается с соответствующим контактом (10 ... 13). Тот из них, который соответствует установленному переключателем «ДИАПАЗОН I_y » поддиапазону, соединен с корпусом, а остальные разомкнуты (если разомкнуты все, значит установлен младший поддиапазон – "1 μ А").

Поиск поддиапазона тока утечки будет вестись до появления потенциала корпуса на контакте 9.D3.2, после чего переключение поддиапазонов блокируется вентилем D5.2, на контакте 13.D5.3 через время задержки (R33, C6) устанавливается "1", и разрешается сравнение токов I_y и I_y доп. на компараторе D8.1. Когда I_y становится меньше I_y доп., на выходе компаратора D8.1 появляется отрицательный фронт напряжения, который через D6.3, D5.3 передается на контакт 10Б (ВЫХ КОМП.), контроль тока утечки заканчивается и загорается светодиод «ГОДЕН» на передней панели прибора.

Если установлен старший поддиапазон I_y ("0" на контакте 13.D3.2), то "1" на вход 13.D5.3 подается сразу по сигналу КОНТР I_y при запираании транзистора VT4, т.к. на контакте 10.D6 заранее установлена "1".

Сигнал на входе 6.D6 от контакта 5Б ГОТ В препятствует включению сигнала ВЫХ. КОМП. (контакт 10Б) в момент измерения вольтметром тока утечки.

4.12 Вольтметр УБМ3.410.127 Э3 предназначен для контроля напряжения поляризации U_p или тока утечки I_y .

Имеется два режима контроля:

1) непрерывный контроль U_p при подаче "0" на контакт 14Б – ИЗМ U_p ;

2) контроль U_p от начала заряда до установки поддиапазона I_y и последующий контроль тока утечки до достижения им значения I_y доп. или до окончания выдержки.

Измерение напряжения основано на методе двойного интегрирования. При измерении U_p ко входу интегратора на время 20 мс (один период напряжения сети) подключается напряжение U_p (контакт 8А) через делитель R1 ... R3 и контакт 2,3.D4.1; при измерении I_y – выходное напряжение усилителя-инвертора D1, на вход которого подается напряжение с диапазонного усилителя I_y ; подключение выходного напряжения D1 к интегратору – через

контакты 7,6.D4.1. Через контакты 14,15.D4.1 происходит подключение образцового напряжения от делителя R8, R9 на время обратного интегрирования. Момент перехода через нуль выходного напряжения интегратора D2 регистрируется нуль-индикатором D3, который выключает триггеры обратного интегрирования D7.1, D7.2 и прекращает поступление в счетчик счетных импульсов (контакт 12А).

При измерении U_p триггер D5.2 установлен в "1" сигналом по входу \bar{S} (6.D5.2); на шину запуска 1.D5 постоянно подано напряжение +5 В, и вольтметр работает в режиме автозапуска с регулируемым периодом. Регулирующий резистор находится в плате индикации вольтметра (УБМ3.681.074 Э3), шлиц его выведен на переднюю панель прибора. В режиме 2 на контакте 6.D5.2 установлено нулевое напряжение; установка в "1" триггера D5.2 производится в начале каждого измерительного цикла прибора сигналом ВКЛ U_p (контакт 13Б). При этом устанавливается в "0" триггер D9.2, D8.3, и к интегратору подключается напряжение U_p , измеряемое в режиме автозапуска. Затем по сигналу УСТ ПД I_y (контакт 12Б) триггер D9.2 переключает вольтметр на измерение I_y также в режиме автозапуска. В момент окончания контроля триггер D5.2 устанавливается в "0" импульсом на входе 4.D5.2 и запрещает следующее включение триггера пуска D6.1 в "1". При этом на табло остается последнее измеренное значение тока утечки. При измерении без подачи напряжения поляризации сигнал на контакт 7А ($U_p = 0$), и запуск вольтметра блокируется.

При включении питания производится начальная установка триггеров D6.2, D7.1 и D5.2 от конденсатора С14. Счетные импульсы частоты 50 кГц поступают с выхода делителя частоты на 2 (13.D5.1), на вход которого подаются импульсы 100 кГц с платы управления.

Время прямого интегрирования (20 мс) формируется при подаче импульсов 50 кГц на вход СЧ ИМП (контакт 2А) трехразрядного двоично-десятичного счетчика, расположенного в плате счетчиков (УБМ3.857.328 Э3), по сигналу переполнения счетчика 8СЧ (контакт 3Б). Затем производится сброс счетчика и новое его заполнение в течение времени обратного интегрирования. Максимальный отсчет измеряемой величины – 800 формируется задним фронтом сигнала 4СЧ (контакт 4Б). Для управления индикацией измеряемых параметров вырабатываются сигналы ЗАП 2 (V) на контакте 10Б и I_y ЛОГ (контакт 11Б) с помощью транзисторов VT2, VT4, VT5.

4.13 Плата индикации вольтметра УБМ3.681.074 Э3 содержит:

- преобразователи двоично-десятичного кода с выходов счетчика вольтметра в семисегментный (микросхема D1 в А1...А3);
- семисегментные индикаторы HL1 в А1...А3;
- формирователь запятой и размерности по сигналам установки поддиапазона I_y и режима измерения (D2, D3);
- светодиод VD6 для индикации сигнала неконтакта;
- переменный резистор R1 для регулировки частоты автозапуска вольтметра.

Счетчик вольтметра (D15...D19 в плате УБМ3.857.328 Э3) формирует отсчет измеряемой величины U_p или I_y с установкой соответствующих запятой и размерности на светодиодах VD3...VD5.

4.14 Плата формирования выдержки УБМ3.857.330 Э3 содержит: – счетчик D1 – дешифратор D2 – схемы совпадения, инверторы и триггер внешнего пуска окончания выдержки (D3...D5).

На вход счетчика D1 подаются импульсы частоты 50 Гц из платы источника напряжения поляризации (контакт 3: Вх С).

Выходы счетчика 12 (5 s), 14 (10 s), 15 (20 s) и 1 (40 s) соединены с соответствующими входами дешифратора D2 прямо или через схемы совпадения, что позволяет получить на выходе дешифратора Y (контакт 3.D2) импульсы, длительность которых соответствует набранному переключателями «ВЫДЕРЖКА, s» (S7 в УБМ2.675.054-02 Э3) коду в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1

Положение кнопок «ВЫДЕЖКА, s»			Длительность выдержки, с	Допускаемая по- грешность, с
40	20	10		
0	0	0	5	$\pm 0,5$
0	0	1	10	$\pm 1,0$
0	1	0	20	$\pm 2,0$
0	1	1	30	$\pm 3,0$
1	0	0	40	$\pm 4,0$
1	0	1	50	$\pm 5,0$
1	1	0	60	$\pm 6,0$
1	1	1	Любая до внешнего запуска	–

1 – включенная кнопка, 0 – выключенная кнопка

4.15 Плата порядка I_y УБМЗ.857.331 ЭЗ служит для формирования сигналов порядка для отсчета I_y в мкА, а также сигналов ГОТ В и U_p/I_y .

4.16 Внешний вид передней панели приборов МЦЕ-24АМ1, МЦЕ-24А2 показан на рис. 4.4.

На передней панели прибора расположены следующие органы управления, подключения и сигнализации:

- цифровое табло С для отсчета результатов измерения емкости С;
- цифровое табло $tg\delta$ для отсчета результатов измерения $tg\delta$;
- тумблер «СЕТЬ» включения прибора в сеть;
- кнопочный переключатель «ДИАПАЗОН С» для установки поддиапазонов емкости или дистанционного управления «ДУ»;
- кнопка «ЧАСТОТА, Hz»;
- разъем «Сх» для подключения измеряемого конденсатора;
- клемма «КОРПУС \perp »;
- кнопочный переключатель «ПУСК»: «АВТ», «РУЧН.» с рукояткой регулировки периода автоматического пуска «Тп»;»
- кнопка «СБРОС» для возвращения устройств прибора в исходное положение;
- разъем «БНП» для подключения внешнего источника напряжения поляризации со светодиодом индикации его подключения;
- светодиод «НЕКОНТ.» для регистрации неконтакта измеряемого объекта.

В приборе МЦЕ-24АМ1, кроме того, расположены органы управления внутренним источником напряжения поляризации и измерителем тока утечки:

- двухразрядный десятичный переключатель для установки максимально-допустимого значения тока утечки I_y доп.;
- трехразрядный десятичный переключатель выходного напряжения источника «УСТАНОВКА U_p , V»;
- кнопочный переключатель «ДИАПАЗОН I_y » для установки поддиапазона тока утечки;
- кнопка «10 mA» для расширения верхнего предела по току утечки в диапазоне «10 mA» до «20 mA»;
- кнопка «РЕЖИМ» для установки режима контроля тока утечки: «ИЗМ» (измерение)
- «РЗБ» (разбраковка);
- тумблер « U_p » и светодиод «ВКЛ.» для установки режима измерения: с подачей напряжения поляризации на измеряемый конденсатор и регистрацией включения этого напряжения или с заземленным конденсатором;
- светодиод «КОНТР I_y » для фиксации состояния контроля тока утечки;
- светодиоды «ГОДЕН», «БРАК» для индикации результата разбраковки по току утечки при измерении с напряжением U_p от внутреннего источника;

– цифровое табло U_p , I_y для визуального контроля значений U_p и I_y при измерении с внутренним источником поляризации;

– кнопка «КОНТР» для установки режима визуального контроля;

– шлиц «Тв» для регулировки периода автозапуска вольтметра.

Сбоку установлен переключатель «ВЫДЕРЖКА, s» для задания времени выдержки измеряемого конденсатора под напряжением.

На задней панели прибора имеются:

– сетевой шланг с вилкой;

– предохранитель 1 А;

– клемма заземления \perp ;

– разъем «ВЫВОД U_p , I_y » для вывода результатов измерения U_p , I_y ;

– разъем «ВЫВОД C , $tg\delta$ » для вывода результатов измерения C , $tg\delta$.

4.17 Конструктивно прибор состоит из корпуса, трех угольников, установленных на нижних планках корпуса, к которым крепятся разъемы для установки печатных плат и шасси, на которое устанавливаются сетевые трансформаторы, печатные платы.

4.18 При испытаниях, монтаже, эксплуатации и техническом обслуживании может возникнуть электроопасность.

Источником электроопасности являются:

1) цепи сетевого питания;

2) при работе с внешним источником напряжения поляризации, превышающего 100 В – цепи напряжения поляризации;

3) корпус прибора – при попадании на него опасного для человека напряжения.

В приборе предусмотрены следующие меры защиты:

1) при подаче сетевого напряжения на передней панели прибора загораются цифровые индикаторы;

2) корпус прибора закрывает свободный доступ к работающим блокам прибора;

3) корпус прибора с помощью сетевого кабеля соединен с заземляющим штырем сетевой вилки прибора; предусмотрена клемма заземления, возле которой нанесен знак \perp .

5 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 К управлению прибором допускаются лица, изучившие настоящее техническое описание, прошедшие инструктаж по технике безопасности труда на рабочем месте и имеющие 1 квалификационную группу по технике безопасности.

5.2 Прибор питается от сети переменного тока 220 В, 50 Гц. Предохранитель рассчитан на ток не более 1 А.

5.3 Перед включением прибора в сеть необходимо убедиться в наличии соединения между заземляющим выводом сетевой вилки и корпусом прибора.

5.4 Перед заменой предохранителя, находящегося на задней панели прибора, необходимо отключить прибор от сети.

5.5 В схеме прибора имеются узлы, находящиеся под высоким напряжением. Поэтому запрещается работа при снятых крышках, передней и задней панелях.

5.6 При работе с внешним источником напряжения поляризации более 100 В должна применяться рабочая (измерительная) камера для размещения измеряемого конденсатора, снабженная ограждающими и защитными устройствами (блокировка, заземлитель), обеспечивающими безопасное проведение работ.

5.7 Техническое обслуживание, ремонт и наладка прибора должны проводиться с соблюдением мер безопасности, указанных в «Межотраслевых правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок», введенных в действие с 1 июля 2001 года.

6 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ. ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1 Работа без внешнего источника напряжения поляризации БНП.

6.1.1 Перед использованием прибора без внешнего источника БНП к разъему «БНП» прибора следует подключить заглушку:

для МЦЕ-24АМ1 – УБМ4.847.004,

для МЦЕ-24АМ2 – УБМ4.847.005.

6.1.2 При использовании без внешнего источника БНП прибор МЦЕ-24АМ2 работает только в режиме с заземленным выводом конденсатора, как измеритель C и $tg\delta$.

Прибор МЦЕ-24АМ1 может работать как в режиме с заземленным конденсатором в качестве измерителя C , $tg\delta$, так и в режиме с подачей напряжения поляризации от внутреннего источника в качестве измерителя C , $tg\delta$ и тока утечки.

6.1.3 Присоединить измерительный жгут УБМ4.854.343 к разъему S_x прибора.

6.1.4 Подключить прибор к сети, нажать тумблер «СЕТЬ» и дать прогреться прибору 5 минут.

6.2 Работа в режиме с заземленным конденсатором.

В приборе МЦЕ-24АМ1 тумблер «Уп» должен быть выключен.

6.2.1 Установить требуемый поддиапазон емкости и частоту измерения переключателями «ДИАПАЗОН» и «ЧАСТОТА, Hz».

6.2.2 Подключить к измерительному жгуту измеряемый конденсатор.

6.2.3 Нажать кнопку «ПУСК РУЧН.» и снять показания прибора по C и $tg\delta$.

6.2.4 При переполнении по емкости C (появление значка П и гашение табло) нажать кнопку поддиапазона с большим значением емкости и повторить 6.2.3; при отсчете с нулем в старшем разряде нажать кнопку поддиапазона с меньшим значением емкости и повторить 6.2.3.

При необходимости периодических измерений нажать кнопку «ПУСК АВТ.», затем «ПУСК РУЧН.»; рукояткой «Тп» установить удобное время повторения измерений.

Примечание.

1) В поддиапазоне "2000 mF" при отсчете по емкости менее 020 происходит гашение табло емкости; в этом случае следует установить поддиапазон "200 mF" и повторить измерение.

2) При отсчете по емкости менее 040 табло $tg\delta$ гасится.

6.3 Работа прибора МЦЕ-24АМ1 с внутренним источником напряжения поляризации в режиме измерения C , $tg\delta$.

6.3.1 Установить тумблер «Уп» в положение «ВКЛ.»

6.3.2 Установить требуемый поддиапазон емкости и частоту измерения переключателями «ДИАПАЗОН С» и «ЧАСТОТА, Hz».

6.3.3 Установить требуемый поддиапазон и максимально-допустимое значение тока утечки переключателями «ДИАПАЗОН I_u » (порядок I_u) и I_u доп (мантисса I_u).

Примечание.

1) Для поддиапазона "10 mA" возможно расширение верхнего предела I_u доп. до «20 mA» при нажатии дополнительной кнопки "10 mA".

2) При установке недопустимого сочетания положений переключателей «ДИАПАЗОН С» и «ДИАПАЗОН I_u » в режиме разбраковки загорается светодиод I_u «НЕ ИЗМ.», поскольку в этом случае большой ток утечки может увеличить погрешность измерения емкости. (см. таблицу 2.2)

6.3.4 Установить значение максимальной выдержки конденсатора под напряжением переключателем «ВЫДЕРЖКА, s»: 5, 10...60 с или «ВНЕШН».

6.3.5 Установить значение напряжения поляризации переключателем «УСТАНОВКА Уп, V», кнопка «ПУСК АВТ» отжата.

6.3.6 Установить кнопку «РЕЖИМ» в положение «РЗБ.»

6.3.7 Установить кнопку «КОНТР.» в требуемое положение: U_p или I_y ;

6.3.8 Подключить к измерительному жгуту измеряемый конденсатор, соблюдая полярность: «+» конденсатора к выводу «+» измерительного жгута.

6.3.9 Нажать кнопку «ПУСК РУЧН». При этом должен загореться светодиод U_p «ВКЛ.»; после заряда – светодиод «КОНТР. I_y »,

6.3.10 После окончания контроля тока утечки должен загореться светодиод «ГОДЕН» или «БРАК» (по окончании времени выдержки, если $I_y > I_y \text{ доп.}$). В случае если загорелся светодиод «ГОДЕН», то измеряется C , $\text{tg}\delta$ с фиксацией результата на табло «С», « $\text{tg}\delta$ »; если – «БРАК», то измерения C , $\text{tg}\delta$ не происходит.

На этом измерение заканчивается, конденсатор разряжается, гасится светодиод « U_p ВКЛ.»

6.3.11 Не разрешается производить переключения режимов работы прибора (6.3.1 ... 6.3.7) и снимать измеряемый конденсатор во время измерения (от момента нажатия кнопки «ПУСК РУЧН.» до гашения светодиода U_p «ВКЛ.»).

6.3.12 Визуальный контроль изменения напряжения поляризации при заряде и разряде, контроль установленного значения U_p следует производить по показаниям вольтметра прибора, работающего непрерывно в режиме автозапуска при отжатой кнопке «КОНТР.» (положение U_p).

При нажатой кнопке «КОНТР.» (положение I_y) на табло вольтметра индицируется в режиме периодического пуска: напряжение U_p – от момента запуска прибора до установки включенного поддиапазона тока утечки; затем – ток утечки до момента окончания контроля; при этом последнее значение тока утечки остается на табло вольтметра до следующего измерения прибора.

6.3.13 Если необходимо произвести несколько измерений C , $\text{tg}\delta$, включить кнопку «ПУСК АВТ.» и повторить 6.3.7, 6.3.8. В этом случае после контроля тока утечки прибор будет измерять C , $\text{tg}\delta$ в режиме автозапуска с периодом, установленным рукояткой «Тп» до выключения кнопки «ПУСК АВТ.», но не более времени, допустимого для источника U_p (1,5 мин).

6.3.14 Если время заряда или разряда превысит допустимое для источника U_p (60 с), загорается светодиод «ПЕРЕГР.» с разрядом конденсатора и с возвратом в исходное положение. Сигнал перегрузки загорается также при возникновении недопустимых значений напряжения в измерительной схеме или тока от внутреннего источника U_p во время измерения тока утечки или C и $\text{tg}\delta$.

6.3.15 При обнаружении ошибки в процессе измерения и необходимости прервать его следует нажать кнопку «СБРОС», что приводит к возврату в исходное положение с разрядом конденсатора.

6.4 Работа прибора с внутренним источником напряжения поляризации в режиме измерения I_y .

6.4.1 Установить кнопку «РЕЖИМ» в положение «ИЗМ», кнопку «КОНТР» в положение I_y .

6.4.2 Повторить 6.3.1...6.3.5, 6.3.8, 6.3.9. По окончании времени выдержки на табло I_y остается значение I_y в этот момент; измерение заканчивается с разрядом конденсатора и гашением светодиода U_p «ВКЛ.»

6.4.3 Если по окончании выдержки табло U_p , I_y не переключается в положение I_y , следует выбрать более старший поддиапазон I_y и повторить измерение.

6.4.4 В старшем поддиапазоне «10 mA» отсутствие переключения индикации в режим I_y означает, что ток утечки больше порога перехода в режим контроля I_y . В этом случае прибор возвращается в исходное состояние через 2 минуты (с установкой сигнала перегрузки источника) или кнопкой «СБРОС».

6.5 Работа с внешним источником напряжения поляризации (БНП).

В этом режиме приборы МЦЕ-24АМ1 и МЦЕ-24АМ2 работают как измерители C и $\text{tg}\delta$. В приборе МЦЕ-24АМ1 все органы управления внутренним источником U_p не действуют, а внутренний источник находится в исходном положении.

6.5.1 Соединить прибор с источником БНП жгутом УБМ4.854.344, подключив его к разъему БНП прибора.

6.5.2 Подключить источник БНП к сети. Подготовить источник к работе согласно инструкции по эксплуатации источника.

6.5.3 Подключить к сети прибор, включить тумблер «СЕТЬ» и дать ему прогреться 5 минут.

6.5.4 Установить требуемый поддиапазон емкости и частоту измерения переключателями «ДИАПАЗОН С» и «ЧАСТОТА, Hz»; кнопка «ПУСК АВТ.» отжата.

Подключить измеряемый конденсатор к измерительному жгуту прибора УБМ4.854.343.

6.5.5 При работе с напряжением поляризации более 100 В измерительный конденсатор следует подключить ко входу «Сх» прибора посредством измерительной камеры.

6.5.6 Запуск на измерение произвести нажатием кнопки «ПУСК РУЧН.» прибора. Заряд и разброс по току утечки производятся источником БНП, согласно инструкции по эксплуатации на этот источник. Если конденсатор годен по току утечки, производится измерение С и $\text{tg}\delta$ прибором с регистрацией измеренных значений на табло.

6.5.7 При включенной кнопке «ПУСК АВТ.» после контроля по току утечки прибор будет измерять С, $\text{tg}\delta$ в режиме автозапуска с установленным рукояткой «Тп» периодом до выключения кнопки «ПУСК АВТ.», но не более времени, допустимого источником БНП.

6.5.8 Возможен запуск на измерение С, $\text{tg}\delta$ прибора от источника БНП в режиме ручного управления источником согласно инструкции по эксплуатации на этот источник; при этом запуск кнопкой «ПУСК РУЧН.» прибора блокируется.

6.5.9 Не разрешается производить переключения режима прибора во время измерения от момента нажатия кнопки «ПУСК РУЧН.» до включения сигнала готовности БНП.

6.6 Работа прибора с внешним управлением.

6.6.1 При работе прибора в составе измерительного комплекса с внешним управлением вывод из прибора информации о результатах измерения осуществляется через разъемы «ВЫВОД U_p , I_u » и «ВЫВОД С, $\text{tg}\delta$ » в соответствии с 2.13, 2.14 и схемой (XS14 и XS9 УБМ2.675.054-02 ЭЗ).

6.6.2 Управление прибором от внешнего устройства производится при включенной кнопке «ДУ» прибора через разъем «ВЫВОД С, $\text{tg}\delta$ » в соответствии с 2.13 и схемой (XS9 УБМ2.675.054-02 ЭЗ). При этом установка поддиапазонов емкости и частоты измерения производятся независимо от положения переключателей. Номер поддиапазона емкости в соответствии с таблицей 2.3 задается в коде 4, 2, 1 (000 – 1 поддиапазон, "200 nF"; 001 – 2 поддиапазон и т.д., 111 – 8 поддиапазон); запуск от кнопок прибора не блокируется.

Установка напряжения поляризации, значения I_u доп. и поддиапазона тока утечки, выдержки производятся от переключателей прибора.

6.6.3 При групповом измерении конденсаторов они заряжаются одновременно и затем поочередно измеряются без выключения поляризующего напряжения. Блокировка выключения напряжения может быть осуществлена подачей сигнала блокировки выключения U_p на контакт 1 разъема «ВЫВОД U_p , I_u ».

6.6.4 Проверку вывода информации и управления через разъем «ВЫВОД С, $\text{tg}\delta$ » проводят следующим образом:

– проверить вывод информации о поддиапазоне ёмкости на выводах 18 ... 21 разъема по таблице 6.1, при установке соответствующих поддиапазонов;

– проверить вывод информации о значении С и $\text{tg}\delta$ на выводах 5 ... 17, 34 ... 48 разъема по отсчету на табло «С», « $\text{tg}\delta$ », изменяя значение С и $\text{tg}\delta$ с помощью магазинов P5025 и МСР-60М, включенных последовательно по таблицам 6.2 и 6.3

– проверить возможность установки поддиапазонов и частоты в режиме дистанционного управления: нажав кнопку «ДУ» и подавая на входы 31...33 разъема «ВЫВОД С, $\text{tg}\delta$ » сигналы управления, согласно таблице 6.4; а также независимость установки поддиапазонов от положения соответствующих переключателей прибора в режиме «ДУ»;

-- подключая к контакту 30 (уст. 100 Hz) проводник, соединенный с корпусом, про

верить установку частоты измерительного напряжения: «1» (корпус) – 100 Hz, «0» (разомкнуто) – 50 Hz, наблюдая на осциллографе сигнал на контакте I_B, U_B измерительного жгута;

– проверить возможность дистанционного пуска, подавая вывод «корпус \perp » на контакт 1 разъема «ВЫВОД С, $tg\delta$ ».

6.6.5 Проверку вывода информации и управления через разъем «ВЫВОД U_p, I_y » для прибора МЦЕ-24АМ1 проводят следующим образом:

– проверить соответствие сигналов на выводах 9...11 разъема «ВЫВОД U_p, I_y » таблице 6.5 при установке поддиапазонов I_y переключателем «ДИАПАЗОН I_y »;

– проверить соответствие сигналов на выводах 12...23 разъема «ВЫВОД U_p, I_y » отсчету на табло « U_p, I_y », изменяя значения I_y с помощью магазина МСР-60М в режиме «ИЗМ» и положение «ВНЕШН.» переключателя «ВЫДЕЖКА, s» в соответствии с таблицей 6.6.

– проверить соответствие сигналов «ГОДЕН» и «БРАК» на светодиодах и на контактах 5 («БРАК» -- напряжение на контакте не менее 4,5 В) , 6 («ГОДЕН» -- напряжение на контакте не менее 4,5 В) разъема «ВЫВОД U_p, I_y » в режиме «РЗБ» по току утечки, реализуя один из пунктов таблицы 7.5.

Таблица 6.1

Диапазон измерения C_x	Номер контакта разъема «ВЫВОД С, $tg\delta$ »			
	18	19	20	21
200 nF	0	0	1	0
2000 nF	0	0	1	1
20 μ F	0	1	0	0
200 μ F	0	1	0	1
2000 μ F	0	1	1	0
20 mF	0	1	1	1
200 mF	1	0	0	0
2000 mF	1	0	0	1

«1» – напряжение на контакте не менее 4,5 В;
«0» – напряжение на контакте не более 0,5 В.

Таблица 6.2

Отсчет прибора C_x	Контролируемый параметр	Номер контакта разъема «ВЫВОД С, $tg\delta$ »													
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1,01	4 дек. С	1	0	0	0	0	1					0	0	0	1
1,02		2	0	0	0	0	1					0	0	1	0
1,04		4	0	0	0	0	1					0	1	0	0
1,08		8	0	0	0	0	1					1	0	0	0
1,10	3 дек. С	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1				
1,20		2	0	0	0	0	1	0	0	1	0				
1,40		4	0	0	0	0	1	0	1	0	0				
1,80		8	0	0	0	0	1	1	0	0	0				
1,00	2 дек. С	1	0	0	0	0	1								
2,00		2	0	0	0	1	0								
4,00		4	0	0	1	0	0								
8,00		8	0	1	0	0	0								
10,00	1 дек. С	1	1	0	0	0	0								

«1» – напряжение на контакте не менее 4,5 В;
«0» – напряжение на контакте не более 0,5 В.

Таблица 6.3

Отсчет прибора $tg\delta_x$	Контролируемый параметр		Номер контакта разъема «ВЫВОД С, $tg\delta$ »															
			34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
0,011	4 дек. С	-1								0	0	0	1	0	0	0	1	
0,012		-2								0	0	0	1	0	0	1	0	
0,014		-4									0	0	0	1	0	1	0	0
0,018		-8									0	0	0	1	1	0	0	0
0,010	3 дек. С	-1								0	0	0	1					
0,020		-2								0	0	1	0					
0,040		-4									0	1	0	0				
0,08		-8									1	0	0	0				
0,100	2 дек. С	-1				0	0	0	1									
0,200		-2				0	0	1	0									
0,400		-4				0	1	0	0									
0,800		-8				1	0	0	0									
1,000	1 дек. С	-1	0	0	1													
2,000		-2	0	1	0													
4,000		-4	1	0	0													

«1» – напряжение на контакте не менее 4,5 В;
«0» – напряжение на контакте не более 0,5 В.

Таблица 6.4

Входные сигналы			Выходные сигналы				
Контакты разъема вывод			Светодиоды			Запятыя отсчета С	
31	32	33	«nF»	« μ F»	«mF»	1-я	2-я
ПД1	ПД2	ПД4					
0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1	0	0

Входные сигналы: «1» – корпус, «0» – разомкнутый вход.
Выходные сигналы: «1» - светится, «0» - не светится.

Таблица 6.5

Обозначение поддиапазона I_y	Порядок n ($M \times 10^n \mu A$)	Код порядка на разъеме «ВЫВОД Уп, I_y »		
		4	2	1
1 μA	0	0	0	0
10 μA	1	0	0	1
100 μA	2	0	1	0
1 mA	3	0	1	1
20 mA	4	1	0	0

«1» – напряжение на контакте не менее 4,5 В;
«0» – напряжение на контакте не более 0,5 В.

Таблица 6.6

Отсчет прибора Уп	Контролируемый параметр		Номер контакта разъема «ВЫВОД Уп, Iу»											
			12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,1	3 дек. Уп	1	0	0	0	0					0	0	0	1
0,2		2								0	0	1	0	
0,4		4								0	1	0	0	
0,8		8								1	0	0	0	
1,0	2 дек. Уп	1					0	0	0	1				
2,0		2					0	0	1	0				
4,0		4					0	1	0	0				
8,0		8					1	0	0	0				
10,0	1 дек. Уп	1	0	0	0	1								
20,0		2	0	0	1	0								
40,0		4	0	1	0	0								
60,0		6	0	1	1	0								
«1» – напряжение на контакте не менее 4,5 В; «0» – напряжение на контакте не более 0,5 В.														

7 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Настоящая методика предназначена для проведения первичной и периодической поверки приборов МЦЕ-24АМ1 и МЦЕ-24АМ2 на соответствие метрологическим требованиям и нормам, установленным в технических условиях УБМ2.675.054-02ТУ.

Интервал между поверками 1 год.

7.1 Операции и средства поверки.

При проведении поверки должны быть выполнены операции указанные в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Наименование операции	№ пункта методики	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операции		
			первичная поверка		период. поверка
			при выпуске из производства	при ремонте	при эксплуатации и хранении
1	2	3	4	5	6
1 Внешний осмотр	7.5.1		ДА	ДА	ДА
2 Проверка соответствия требованиям безопасности. 2.1 Проверка электрической прочности изоляции. 2.2 Проверка сопротивления изоляции. 2.3 Проверка сопротивления заземления.	7.5.2.1, 7.5.2.2, 7.5.2.3	Источник стабилизированных напряжений ИСН-1 от 0 до 1,5 кВ, (50 ± 5) Гц. Мегаомметр М1102/1, до 500 Мом, КТ 1. Мост постоянного тока МО-62, (2·10 ⁻⁵ – 10 ⁶) Ом, КТ 0,5.	ДА	ДА	НЕТ
3 Опробование	7.5.3	Магазин сопротивлений МСР-60М, 0,01 – 10 ⁴ Ом, КТ 0,02; Магазин емкости Р5025 0,1 – 100 мкФ, ПГ ± 0,1 %, ПГ tgδ ± 1·10 ⁻⁴	ДА	ДА	ДА
4 Проверка технических характеристик. 4.1 Проверка значения и частоты переменного напряжения на измеряемом конденсаторе. 4.2 Проверка времени одного измерения.	7.5.4, 7.5.4.1, 7.5.4.2	Частотомер ЧЗ-54, уровень входного сигнала 0,1 – 10 В, 0,1 Гц – 300 МГц, ПГ ± 5·10 ⁻⁷ . Вольтметр В7-53/1, U _н 1 мВ – 700 В, ПГ ± (0,5 – 0,6) %; Осциллограф С1-70, полоса пропускания 0 ... 50 МГц, ПГ ± 2 %, коэффициент отклонения (0,01 – 5) В/дел Магазин емкости Р5025.	ДА	НЕТ	НЕТ

1	2	3	4	5	6
5 Определение метрологических параметров. 5.1 Определение основной погрешности измерения С и tgδ с помощью мер емкости.	7.5.5, 7.5.5.1	Мера емкости МПЕТ-1А 0,01 мкФ ПГ ±0,01 %, ПГ tgδ ±5·10 ⁻⁵ , магазины емкости: P5025 0,1 – 100 мкФ, ПГ ±0,1 %, ПГ tgδ ±1·10 ⁻⁴ , M1000 (100 – 1000) мкФ, ПГ ±0,05 % (50 Гц), ПГ ±0,1 % (100 Гц) ПГ tgδ ±5·10 ⁻⁴ ;	ДА	ДА	ДА
5.2 Определение основной погрешности измерения С и tgδ с помощью составных мер tgδ.	7.5.5.2	M10000 (1000 – 10000) мкФ, ПГ ±0,1 % (50 Гц), ПГ ±0,15 % (100 Гц) ПГ tgδ ±1·10 ⁻³ ; магазины сопротивлений MCP-60M, 0,01 – 10 ⁴ Ом, КТ 0,02; P4002, 10 ⁴ – 10 ⁸ Ом, КТ 0,05; конденсатор K50-18- 0,1 Ф; Делитель 1:10.	ДА	ДА	ДА
5.3 Определение погрешности измерения С и tgδ при работе с внешним источником напряжения.	7.5.5.3	Источник поляризующих напряжений совмещенный с измерителем тока утечки ИТУК-БНП1 1 – 630 В, ПГ ± (0,02·U _п + 0,1 В);	ДА	В случае производственной необходимости	
5.4* Определение погрешности установки и измерения напряжения поляризации внутреннего источника. Определение погрешности измерения С и tgδ при работе с внутренним источником напряжения поляризации.	7.5.5.4	Вольтметр В7-53/1, U _н 0 – 1000 В, ПГ ±(0,04 – 0,06)% ; Прибор МЦЕ-14АМ, 50 Гц, ПГ ± 0,002С, ПГ tgδ ± (0,02tgδ+3·10 ⁻⁴); Конденсатор K75-24-1000 В-8 мкФ ±5 %. Резистор С2-29В-0,25-100 Ом ±0,5 %.	ДА	ДА	ДА
5.5* Определение погрешности разбраковки и измерения тока утечки.	7.5.5.5, 7.5.5.6	Магазины сопротивлений MCP-60M, 0,01 – 10 ⁴ Ом, КТ 0,02; P4002 10 ⁴ – 10 ⁸ Ом, КТ 0,05;	ДА	ДА	ДА
5.6*Проверка времени выдержки контролируемого конденсатора под напряжением.	7.5.5.7	Секундомер СОС-Пр-26-2-010, КТ 2.	ДА	ДА	ДА

* – проводятся только для МЦЕ-24АМ1.

Примечание. Допускается применять аналогичное оборудование, параметры которого не хуже параметров, указанных в перечне.

7.2 Требования к квалификации специалистов, проводящих поверку

Специалисты, проводящие поверку, должны быть аттестованы в качестве поверителей средств измерений электрических величин, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже III.

7.3 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, приведенные в руководствах по эксплуатации на средства поверки и поверяемый прибор.

7.4 Условия поверки и подготовка к ней.

7.4.1 Поверку проводят в нормальных условиях, установленных в ГОСТ 22261-94 при температуре (20 ± 5) °С.

7.4.2 Перед началом поверки проверяют наличие нормальных условий по ГОСТ 22261-94; соответствие пределов измерения и классов точности средств поверки, указанным в таблице 7.1.

7.5 Проведение поверки.

7.5.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие проверяемого прибора требованиям:

- прибор должен быть укомплектован жгутом измерительным (УБМ4.854.343), заглушкой (УБМ4.847.004 для МЦЕ-24АМ1 или УБМ4.847.005 для МЦЕ-24АМ2);
- прибор не должен иметь механических повреждений, нарушения работы органов управления, повреждений измерительных жгутов, сетевого провода;
- прибор должен иметь маркировку, предусматривающую шифр прибора, заводской номер, год выпуска, товарный знак предприятия-изготовителя;

7.5.2 Проверка соответствия требованиям безопасности

7.5.2.1 Проверка электрической прочности изоляции.

Проверку электрической прочности изоляции проводят с помощью источника стабилизированных напряжений ИСН-1. Испытательное напряжение переменного тока частотой 50 Гц подают на один из штырей питания и штырь заземления вилки кабеля сетевого питания, плавно увеличивая от 0 до 1500 В в течение (10 – 15) с. Время выдержки кабеля сетевого питания под испытательным напряжением 1500 В – 1 мин, затем плавно, в течение не менее 10 с, снижают испытательное напряжение до 0. Время контролируют секундомером СОС Пр-26-2-010.

В процессе воздействия напряжения не должно быть пробоя или поверхностного перекрытия.

7.5.2.2 Проверку сопротивления изоляции проводят мегаомметром М1101 между проводами кабеля сетевого питания, а затем поочередно между каждым проводом, не связанным с корпусом и клеммой заземления. Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм.

7.5.2.3 Проверку сопротивления заземления проводят измерением сопротивления между клеммой заземления и корпусом прибора с помощью прибора МО-62. Сопротивление заземления должно быть не более 0,1 Ом.

7.5.3 Опробование.

К разъёму «БНП» прибора МЦЕ-24АМ1 подключить заглушку УБМ4.847.004, а прибора МЦЕ-24АМ2—УБМ4.847.005.

Присоединить измерительный жгут УБМ4.854.343 к разъёму «Сх», подключить прибор к сети, нажать тумблер «СЕТЬ» и дать прогреться прибору 5 минут.

В приборе МЦЕ-24АМ1 тумблер «Уп» должен быть выключен.

Убедиться в работоспособности прибора. Для этого подключить к измерительному шнуру соединённые последовательно магазин сопротивлений МСР-60М и магазин ёмкости Р5025.

Проверить свечение всех цифр каждого индикатора, измеряя значения C и $\text{tg}\delta$, меняя в произвольном порядке установленные значения ёмкости и сопротивления, проконтролировать правильность свечения всех цифр. Данные проверки отметить в таблице 7.2 знаком «Х».

Таблица 7.2

Разряд	Индикаторы ёмкости									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	He контр		He контр	He контр	He контр	He контр	He контр	He контр	He контр	He контр
2										
3										
4										
	Индикаторы тангенса угла потерь									
1						He контр	He контр	He контр	He контр	He контр
2										
3										
4										

7.5.4 Проверка технических характеристик.

7.5.4.1 Проверка значения и частоты напряжения переменного тока на измеряемом конденсаторе проводят следующим образом:

- выключить тумблер «Уп» (для МЦЕ-24АМ1);
- включить поддиапазон "200 μF ".

Подключить вольтметр класса не хуже 2,5 (например В7-53/1) между выводом «Iв, Uв» жгута и корпусом прибора и измерить значение переменного напряжения согласно инструкции на вольтметр. Оно должно быть не более 0,2 В при включенной и выключенной кнопке «ЧАСТОТА, Hz».

Подключить частотомер ЧЗ-54 между выводом «Iв, Uв» жгута и корпусом прибора и измерить частоту переменного напряжения согласно инструкции на частотомер при установке кнопки «ЧАСТОТА, Hz» в положение 50 и 100. Измеренное значение должно находиться в пределах (50,0 \pm 0,5) Гц и (100 \pm 1) Гц соответственно.

7.5.4.2 Проверку времени одного измерения проводят в режиме ручного пуска без подачи напряжения поляризации путём измерения длительности импульса готовности (контакт 2 разъема «ВЫВОД С, tg» прибора) с помощью осциллографа С1-70.

7.5.5 Определение метрологических параметров.

7.5.5.1 Определение основной погрешности измерения С и tg δ с помощью образцовых мер емкости.

Подключить к измерительному жгуту прибора поочередно меры Р597, магазины емкости Р5025, М1000, М10000, М10000 с делителем 1/10, конденсатор К50-18 емкостью 100000 мкФ и тот же конденсатор с делителем 1/10 и установить последовательно значения емкости в соответствии с таблицей 7.3.

Измерения проводить на частотах 50 и 100 Гц.

Показания прибора по С и tg δ не должны отличаться от действительных значений более, чем на допускаемую погрешность.

Таблица 7.3

Поддиапазон		C _{ном.}	±ΔC _{доп.}	±Δtgδ _{доп.}
№	Обозначение			
1	200 nF	0,01 мкФ 0,1 мкФ	0,35 нФ 0,8 нФ	0,003 0,003
2	2000 nF	0,1 мкФ 0,2 мкФ 0,4 мкФ 1,0 мкФ 1,9 мкФ	1,5 нФ 2,0 нФ 3,0 нФ 6,0 нФ 10 нФ	0,003 0,003 0,003 0,003 0,003
3	20 μF	1,0 мкФ 2,0 мкФ 4,0 мкФ 10,0 мкФ 19,0 мкФ	0,015 мкФ 0,02 мкФ 0,03 мкФ 0,06 мкФ 0,105 мкФ	0,003 0,003 0,003 0,003 0,003
4	200 μF	10,0 мкФ 20,0 мкФ 40,0 мкФ 100,0 мкФ	0,15 мкФ 0,2 мкФ 0,3 мкФ 0,6 мкФ	0,003 0,003 0,003 0,003
5	2000 μF	100 мкФ 200 мкФ 400 мкФ 1000 мкФ	1,5 мкФ 2 мкФ 3 мкФ 6 мкФ	0,003 0,003 0,003 0,003
6	20 mF	1 мФ (M1000) 1 мФ (M10000) 4 мФ 10 мФ	0,015 мФ 0,015 мФ 0,03 мФ 0,06 мФ	0,003 0,003+0,02 tgδ 0,003+0,02 tgδ 0,003+0,02 tgδ
7	200 mF	10 мФ (M10000) 10 мФ (M10000 с делителем) 100 мФ (K50-18)	0,2 мФ 1,1 мФ ΔCк1	0,005+0,03 tgδ 0,005+0,03 tgδ 0,005+0,03 tgδ
8	2000 mF	100 мФ (K50-18) 100 мФ (K50-18 с делителем)	ΔCк2	Δtgδ _к

Где $\Delta C_{к1} = \pm[(0,01+0,01\text{tg}\delta) \times C + A]$,

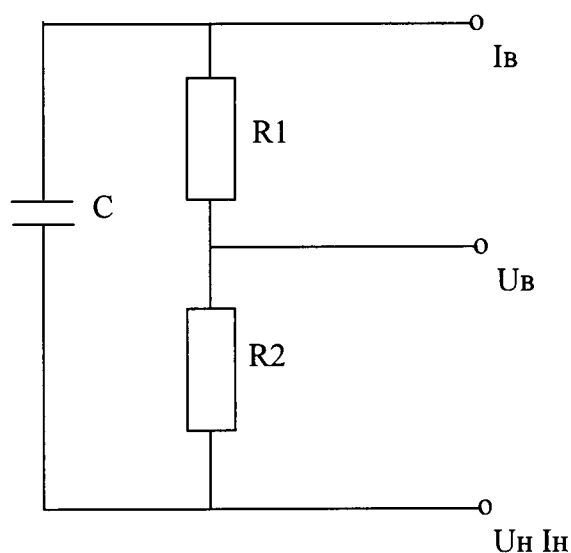
$\Delta C_{к2} = \pm[(0,01+0,01\text{tg}\delta) \times C + A] \times (1+9C/2000)$,

$\Delta \text{tg}\delta_{к} = \pm [(0,01+0,01\text{tg}\delta) \times C + A] \times (1+9C/2000)$,

C – измеренное значение ёмкости конденсатора в мФ,

tgδ – измеренное значение тангенса угла потерь.

Примечание – Делитель 1/10 реализуется по схеме рис. 7.1.



- C – магазин М10000 или конденсатор К50-18; (100000 мкФ)
 R1 – резистор С2-29В-0,125-9,09 кОм±0,1 %
 R2 – резистор С2-29В-0,125-1,01 кОм±0,1 %

Рис. 7.1

Расчетные значения параметров магазина М10000 или конденсатора К50-18 ($C=100000$ мкФ) с делителем $C_{\text{экв.}}$, $\text{tg}\delta_{\text{экв.}}$ определяются следующим образом:

$C_{\text{экв.}}=10 \times C_{\text{изм.}}$, где $C_{\text{изм.}}$ – измеренное значение ёмкости магазина М10000 в поддиапазоне "20 мФ" или конденсатора К50-18 в поддиапазоне "200 мФ".

$\text{tg}\delta_{\text{экв.}} = \text{tg}\delta_{\text{изм.}}$, где $\text{tg}\delta_{\text{изм.}}$ – измеренное значение тангенса угла потерь магазина М10000 в поддиапазоне "20 мФ" или конденсатора К50-18 в поддиапазоне "200 мФ".

7.5.5.2 Определение основной погрешности измерения C и $\text{tg}\delta$ с помощью составных мер тангенса угла потерь проводят следующим образом.

Подключить к измерительному жгуту прибора последовательно соединенные магазин емкости Р5025 или М1000 и магазин сопротивлений типа МСР-60М или резисторы С2-29.

Значения емкости C и сопротивлений R устанавливать в соответствии с таблицей 7.4. Для поддиапазонов 3 и 4 использовать магазин МСР-60М, для остальных поддиапазонов – резисторы С2-29.

Таблица 7.4

Поддиапазон		C _{ном.} мкФ	R	tgδ _{расч.}		± ΔC _{доп.}		± Δtgδ _{доп.}	
№	Обознач.			50 Гц	100 Гц	50 Гц	100 Гц	50 Гц	100 Гц
1	200 nF	0,1	7,96 кОм	0,250	0,500	1 нФ	1,1 нФ	0,012	0,025
			40,2 кОм	1,262	2,525	2 нФ	3,3 нФ	0,089	0,270
2	2000 nF	0,1	7,96 кОм	0,250	0,500	2 нФ	2 нФ	0,009	0,018
			40,2 кОм	1,262	2,525	3 нФ	4 нФ	0,060	0,18
3	20 μF	4	200 Ом	0,251	0,502	0,04 мкФ	0,05 мкФ	0,009	0,018
			796 Ом	1,000	2,000	0,07 мкФ	0,11 мкФ	0,043	0,12
			1,6 кОм	2,010	4,019	0,11 мкФ	0,18 мкФ	0,12	0,41
			3,2 кОм	4,019	—	0,18 мкФ	—	0,41	—
4	200 μF	100	4,99 Ом	0,157	0,313	0,8 мкФ	0,9 мкФ	0,007	0,011
			15 Ом	0,471	0,942	1,1 мкФ	1,6 мкФ	0,017	0,040
			49,9 Ом	1,567	3,134	2,2 мкФ	3,7 мкФ	0,083	0,26
			150 Ом	4,710	—	5,3 мкФ	—	0,54	—
5	2000 μF	1000	1 Ом	0,314	0,628	9 мкФ	12 мкФ	0,011	0,023
			4,99 Ом	1,567	3,134	21 мкФ	37 мкФ	0,083	0,26
			10 Ом	3,140	—	37 мкФ	—	0,26	—
6	20 mF	1000	1 Ом	0,314	0,628	20 мкФ	20 мкФ	0,011	0,023
			4,99 Ом	1,567	3,134	30 мкФ	50 мкФ	0,083	0,26
			10 Ом	3,140	—	50 мкФ	—	0,26	—

Значения C и tgδ, полученные в результате измерения, не должны отличаться от действительных значений более, чем на допускаемую погрешность.

При этом действительное значение тангенса угла потерь tgδ_{действ} рассчитывается по формулам:

$$\text{tg}\delta_{\text{действ}} = \text{tg}\delta_{\text{М}} + \text{tg}\delta_{\text{расч}},$$

$$\text{tg}\delta_{\text{расч}} = \omega RC,$$

где: tgδ_М – действительное значение тангенса угла потерь меры емкости;

ω – угловая частота измерительного напряжения;

R и C – установленные в соответствии с таблицей 7.4 значения сопротивления и емкости.

7.5.5.3 Определение погрешности измерения C и tgδ при работе с внешним источником напряжения поляризации проводят с помощью конденсатора

K75-24-1000 В -8 мкФ ± 5 % и резистора С2-29В-0,25-100 Ом ±0,5 %, соединенных последовательно, на частоте 50 Гц. Измерения проводят при подаче напряжения поляризации от внешнего источника 1, 10, 100, 200, 400, 630 В.

Действительные значения C_к и tgδ_к конденсатора определяются путем измерения на приборе МЦЕ14-АМ КТ 0,2. Расчетное значение тангенса угла потерь для сопротивления 100 Ом:

$$\text{tg}\delta_{\text{расч.}} = 0,0314C_{\text{к}} + \text{tg}\delta_{\text{к}},$$

где C_к – действительное значение емкости конденсатора, мкФ;

tgδ_к – действительное значение тангенса угла потерь конденсатора.

Показания прибора по C и tgδ не должны отличаться от действительного значения C_к и расчетного значения tgδ_{расч} более, чем на основную погрешность, определяемую по формулам:

$$\pm[(0,005+0,01\text{tg}\delta_{\text{к}}) \cdot C_{\text{к}} + A];$$

$$\pm[0,02\text{tg}\delta_{\text{расч}} \cdot (1+\text{tg}\delta_{\text{расч}}) + 3 \times 10^{-3}],$$

где A – единица счёта для поддиапазона «20 μF» равная 0,01 мкФ;

tgδ_к – значение тангенса угла потерь, измеренное прибором МЦЕ-14АМ.

7.5.5.4 Определение погрешности установки напряжения поляризации внутреннего источника и погрешности измерения его внутренним измерителем. Определение погрешности измерения ёмкости и тангенса угла потерь при подаче напряжения поляризации внутренним источником.

Подготовить прибор МЦЕ-24АМ1 к работе:

– присоединить к разъему на передней панели заглушку УБМ4.847.004 для прибора МЦЕ-24АМ1;

– выключить тумблер «Уп»;

– включить тумблер «СЕТЬ» и дать прогреться прибору 5 минут.

Установить на приборе:

– частоту, Гц «50»,

– поддиапазон ёмкости «20 μF »;

– поддиапазон тока утечки «1 mA »;

– отсчет I_{y} доп. «50»;

– кнопку «КОНТР.» – в положение «Уп.»;

– включить тумблер «Уп» и кнопку «ПУСК АВТ».

Подключить к измерительному жгуту конденсатор К75-24-1000 V-8 мкФ $\pm 5\%$ и резистор С2-29-0,25-100 Ом $\pm 0,5\%$, соединённые последовательно. Действительное значение $C_{\text{к}}$ и $\text{tg}\delta_{\text{к}}$ конденсатора и расчетное значение $\text{tg}\delta_{\text{расч}}$ определяют в соответствии с п. 7.5.5.3. Между выводом I_{H} , U_{H} измерительного жгута и корпусом прибора подключить цифровой вольтметр вольтметр В7-53/1. Переключателем «УСТАНОВКА Уп, V» установить «1 V». Нажать кнопку «ПУСК РУЧН», снять показания цифрового вольтметра внутреннего измерителя напряжения поляризации и показания прибора по С и $\text{tg}\delta$. Сравнить установленное значение напряжения поляризации с измеренными значениями цифровым вольтметром и внутренним измерителем прибора.

Выключить кнопку «ПУСК АВТ». Последовательно устанавливая значения напряжения поляризации 1,5; 2; 4; 8; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 69,9 В, повторить измерения напряжения поляризации, значений С и $\text{tg}\delta$.

Погрешность установки напряжения поляризации должна находиться в пределах $\pm(0,02 \cdot U_{\text{п}} + 0,1)$ В; погрешность измерения напряжения поляризации внутренним измерителем должна находиться в пределах $\pm(0,01 \cdot U_{\text{п}} + 0,1)$ В; показания прибора по С и $\text{tg}\delta$ не должны отличаться от действительного значения С и расчетного значения $\text{tg}\delta_{\text{расч}}$ более, чем на основную погрешность.

7.5.5.5 Определение погрешности разбраковки по току утечки проводят следующим образом.

Включить тумблер «Уп.» Кнопку «РЕЖИМ» установить в положение «РЗБ.» Подключить к измерительному жгуту прибора магазины сопротивлений типа МСР-60М или Р4002. Переключатель «ВЫДЕРЖКА, s» установить в положение 000. Установить поддиапазон « I_{y} », значения «Уп» и « I_{y} доп» в соответствии с таблицей 7.5. Установить значение сопротивления магазина больше максимально допустимого значения из соответствующего диапазона сопротивлений, указанного в таблице 7.5. Уменьшая сопротивление, определить значение $R_{\text{м}}$, при котором включается светодиод «БРАК I_{y} ». Измеренное значение не должно выходить за пределы допускаемых сопротивлений $R_{\text{м, доп}}$, указанных в таблице 7.5.

7.5.5.6 Определение погрешности измерения тока утечки внутренним измерителем проводят следующим образом.

Включить тумблер «Уп». Кнопку «РЕЖИМ» установить в положение «ИЗМ.». Подключить к измерительному жгуту прибора магазин МСР-60М или Р4002. Переключатель «ВЫДЕРЖКА, s» установить в положение 000. Переключатель « I_{y} доп.» установить в положение «,00». Устанавливая поддиапазон « I_{y} », напряжение «Уп» и сопротивление

магазина R_M в соответствии с таблицей 7.6, произвести измерение тока внутренним измерителем, нажимая кнопку «ПУСК РУЧН.»

Расчетное значение тока I_y расч. определяется по формуле:

$$I_y \text{ расч.} = \frac{U_{\text{п}}}{R_M}$$

Погрешность измерения тока ($\Delta I_y = I_y \text{ расч.} - I_y \text{ изм.}$) должна находиться в допустимых пределах, $\pm(0,05I_y + 0,05 \text{ мкА} + 2\text{А})$.

Таблица 7.5

Напряжение поляризации $U_{\text{п}}$, В	Обозначение поддиапазона I_y	Положение переключателя I_y доп.	Установленная граница разброски I_y доп.	Допускаемые значения сопротивления магазина R_M доп.
1 В	10 мА	,10 ,99	1,0 мА 9,9 мА	(0,92 – 1,1) кОм (93 – 111) Ом
	10 мкА	,10 ,99	1,0 мкА 9,9 мкА	(910 – 1111) кОм (93 – 111) кОм
	1 мкА	,10 ,99	0,10 мкА 0,99 мкА	(8,4 – 12,3) МОм (0,92 – 1,12) МОм
10 В	10 мА	,10 ,99 1,99*	1,0 мА 9,9 мА 19,9 мА	(9,5 – 10,5) кОм (0,96 – 1,06) кОм (0,48 – 0,53) кОм
	1 мА	,10 ,99	0,10 мА 0,99 мА	(95 – 105) кОм (9,6 – 10,6) кОм
	100 мкА	,10 ,99	10 мкА 99 мкА	(0,95 – 1,05) МОм (96 – 106) кОм
	10 мкА	,10 ,99	1,0 мкА 9,9 мкА	(9,5 – 10,6) МОм (0,97 – 1,06) МОм
	1 мкА	,10 ,99	0,10 мкА 0,99 мкА	(87 – 117) МОм (9,6 – 10,7) МОм
63 В	10 мА	,10 ,99	1,0 мА 9,9 мА	(60,6 – 65,6) кОм (6,1 – 6,6) кОм
	10 мкА	,10 ,99	1,0 мкА 9,9 мкА	(60 – 66,3) МОм (6,1 – 6,6) МОм

* - включена дополнительная кнопка «10 мА»

Таблица 7.6

Установленное значение $U_{\text{п}}$, В	Обозначение поддиапазона I_y	Сопротивление R_M	I_y расч.	$\pm \Delta I_y$ доп.
1	10 мА	100 Ом	10,0 мА	0,7 мА
	1 мкА	10 МОм	0,10 мкА	0,075 мкА
		1 МОм	1,00 мкА	0,12 мкА
10	10 мА	10 кОм	1,0 мА	0,25 мА
		1 кОм	10,0 мА	0,7 мА
		500 Ом	20,0 мА	1,2 мА
	1 мА	100 кОм	0,10 мА	0,025 мА
		40 кОм	0,25 мА	0,033 мА
		20 кОм	0,50 мА	0,045 мА
63	10 мкА	10 кОм	1,00 мА	0,07 мА
		6,3 МОм	10,0 мкА	0,75 мкА

7.5.5.7 Проверку времени выдержки контролируемого конденсатора под напряжением проводят следующим образом.

Повторить 7.5.3.5 для любой контролируемой точки таблицы 7.5, предварительно включив переключатель «ВЫДЕРЖКА, s» в положение «000», что соответствует длительности выдержки 5 с. Замерить секундомером типа СОС-Пр-26-2-010 время свечения светодиода «КОНТР. Iy». Измеренное значение должно быть $(5,0 \pm 0,5)$ с.

Измерить длительности выдержки устанавливая значения 10, 20, 30, 40, 50 и 60 с. Измеренные значения должны находиться в пределах $\pm 10\%$ от установленных.

7.6 Оформление результатов поверки.

7.6.1 Результаты первичной поверки при выпуске из производства оформляют отметкой в паспорте (дата и оттиск поверительного клейма, заверенные подписью поверителя) и выдается свидетельство о поверке по форме ПР 50.2.006-94.

7.6.2 Положительные результаты периодической поверки оформляют свидетельством о поверке по форме ПР 50.2.006-94.

7.6.3 Отрицательные результаты периодической поверки оформляют извещением о непригодности к применению по форме ПР 50.2.006-94, «Свидетельство о поверке» аннулируется.

7.7 Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А.

8 МАРКИРОВКА

Прибор имеет следующую маркировку:

на передней панели:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- сокращенное обозначение;

на задней панели:

- заводской номер;
- год выпуска.

На боковых стенках прибора имеются углубления для пломбы.

9 УПАКОВКА

Прибор и эксплуатационные документы упакованы в упаковку УБМ4.170.205.

Под крышку ящика вложен упаковочный лист, подписанный представителем ОТК и руководство по эксплуатации УБМ2.675.054 РЭ.

10 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Прибор МЦЕ-24АМ заводской № _____ соответствует руководству по эксплуатации УБМ2.675.054-02 РЭ и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска _____

Подпись ОТК _____

Дата первичной поверки _____

Подпись поверителя _____

11 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Предприятие-изготовитель гарантирует работу и соответствие прибора МЦЕ-24АМ руководству по эксплуатации на него в течение 18 месяцев со дня ввода прибора в эксплуатацию. В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель устраняет дефекты, выявленные в процессе эксплуатации, а в случае обнаружения неустраняемых дефектов безвозмездно заменяет прибор при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации и хранения, установленных в руководстве по эксплуатации УБМ2.675.054-02 РЭ.

12 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

При обнаружении неисправности прибора в период гарантийного срока должен быть составлен акт о необходимости ремонта и отправки прибора предприятию-изготовителю. В акте обязательно указать тип, заводской номер прибора и год выпуска.

Эти документы направить начальнику ОТК предприятия-изготовителя по адресу: 194223, г. Санкт-Петербург, ул. Курчатова, д. 10, ОАО «НИИ «Гириконд».