

**МОСТ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ
СА7100-3**

**МІСТ ЗМІННОГО СТРУМУ ВИСОКОВОЛЬТНИЙ АВТОМАТИЧНИЙ
СА7100-3**

**Методика поверки
АМАК.411213.003 МП**

з.р. 21884-08

Содержание

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
3 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ	6
4 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
4.1 Проведение внешнего осмотра	6
4.2 Проверка электрической прочности изоляции Зарядного устройства	6
4.3 Проверка электрического сопротивления изоляции Зарядного устройства	7
4.4 Проверка функционирования Моста	7
4.5 Определение основных погрешностей при измерении емкости и тангенса угла потерь	9
4.6 Определение основной относительной погрешности установки напряжения при измерении сопротивления	19
4.7 Определение основной относительной погрешности при измерении сопротивления постоянному току	21
4.8 Проверка дополнительной погрешности при измерении сопротивления, вызванной воздействием на измерительный вход моста (вход S_x , R_x) синусоидального тока промышленной частоты .	23
4.9 Определение относительной погрешности при измерении рабочего напряжения	24
4.10 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении частоты рабочего напряжения	26
4.11 Определение относительной погрешности при измерении емкости с использованием встроенного эталонного конденсатора	27
4.12 Определение абсолютной погрешности при измерении $\text{tg } \delta_x$ с использованием встроенного эталонного конденсатора	28
5 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	28

Настоящий документ содержит сведения по методам и средствам поверки (калибровки) Моста переменного тока высоковольтного автоматического СА7100-3 (далее – Моста).

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При поверке должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.1:

Таблица 1.1

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения операции поверки		Номер пункта методики поверки
		При выпуске из производства и после ремонта	В эксплуатации	
1	Внешний осмотр	Да	Да	4.1
2	Проверка прочности электрической изоляции Зарядного устройства	Да	Нет	4.2
3	Проверка электрического сопротивления изоляции Зарядного устройства	Да	Нет	4.3
4	Проверка функционирования	Да	Да	4.4
5	Определение основных погрешностей при измерении емкости и тангенса угла потерь	Да	Да	4.5
6	Определение основной относительной погрешности установки напряжения при измерении сопротивления постоянному току	Да	Да	4.6
7	Проверка основной относительной погрешности при измерении сопротивления постоянному току	Да	Да	4.7
8	Проверка дополнительной погрешности при измерении сопротивления постоянному току при воздействии на измерительный вход моста (вход Сх, Rx) синусоидального тока промышленной частоты	Да	Да	4.8
9	Определение относительной погрешности при измерении рабочего напряжения	Да	Да	4.9

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения операции поверки		Номер пункта методики поверки
		При выпуске из производства и после ремонта	В эксплуатации	
10	Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности при измерении частоты рабочего напряжения	Да	Да	4.10
11	Определение относительной погрешности при измерении емкости с использованием встроенного эталонного конденсатора	Да	Да	4.11
12	Определение абсолютной погрешности при измерении $\text{tg}\delta$ с использованием встроенного эталонного конденсатора	Да	Нет	4.12

При отрицательных результатах любой из операций поверка Моста прекращается, неисправный Мост бракуется и направляется в ремонт.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, перечисленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование средств измерительной техники и вспомогательного оборудования	Используемые технические характеристики	Номер пункта методики поверки
Установка пробойная УПУ-10	Испытательное напряжение – от 0 до 10 кВ, погрешность установки $\pm 4\%$	4.2
Мегаомметр Е6-16	Диапазон измерений сопротивления – от 2 до $2 \cdot 10^8$ Ом, основная погрешность $\pm 1,5\%$	4.3
Вольтметр В7-35	Диапазон измерений постоянного напряжения – (10^{-4} - 10^3) В; базовая погрешность измерения – $\pm 0,2\%$	4.6, 4.9
Киловольтметр электростатический С502	Диапазон измерений до 3000 В, класс точности	4.6
Меры емкости Р597	Диапазон значений емкости - от 1 пФ до 1 мкФ, класс точности 0,1-0,02	4.4-4.11

Наименование средств измерительной техники и вспомогательного оборудования	Используемые технические характеристики	Номер пункта методики поверки
Магазин емкости P5025	Максимальная емкость – 111,0001 мкФ, число декад: 6., класс точности: 0,1 (для декад 0,0001-0,001; 0,001-0,009; 0,01-0,09 и 0,1-0,9 мкФ); 0,5 - (для 1-10, 10-100 мкФ)	4.9
Мера емкости P5050 ¹	Номинальное значение емкости – 1000 пФ, значение тангенса угла потерь на частоте 50 Гц – не более 2×10^{-5}	4.10
Многозначная коммутируемая мера емкости МКМЕ АМАК.411642.001	Диапазон значений емкости 1000 пФ – 10000 пФ, рабочее напряжение ≤ 30 В	4.5
Нагрузка активная, АМАК.411632.002	Номинальное значение сопротивления 1,5 МОм	4.6
Мера сопротивления АМАК.411632.001	Номинальное значение сопротивления 150 кОм	4.7
Мост переменного тока P5079	Диапазон измерения емкости от 10^{-15} до 10^{-4} Ф, класс точности 0,05	4.5
Омметр цифровой ЦЗ4	Диапазон измерения сопротивления от 10^{-3} до 10^9 Ом, класс точности 0,5/0,005	4.5
Частотомер ЧЗ-63/1	Диапазон частот - от 0,1 Гц до 200 МГц, относительная погрешность при измерении частоты $\pm 5 \times 10^{-7}$	4.8
Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-109	Диапазон частот – от 10 Гц до 200 кГц	4.7
Автотрансформатор ЛАТР-2	Диапазон регулирования напряжения от 0 до 250 В	4.4-4.10
Трансформатор напряжения УТН-1	–	4.4-4.10
Магазин сопротивлений P40108	Диапазон от 1 МОм до 1 ГОм. Класс точности 0,02.	4.7, 4.8
Резисторы С2-29	3,01 МОм; 1 МОм ; 301 кОм; 100 кОм	4.5

Допускается применение других средств поверки с характеристиками не хуже, чем у вышеуказанных.

¹ Метрологическая аттестация меры емкости по тангенсу угла потерь выполняется в установленном порядке на соответствующем оборудовании

3 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1 Условия проведения поверки должны соответствовать нормальным условиям применения Моста, которые приведены в п. 1.2.3 Руководства по эксплуатации, АМАК.411213.003 РЭ.

3.2 Установить приборы, позволяющие в процессе проведения поверки контролировать условия эксплуатации и напряжение питания.

3.3 При проведении поверки Моста необходимо соблюдать общие требования безопасности в соответствии с ГОСТ12.2.007.0-75.

3.4 Все работы с Мостом проводить в соответствии с Руководством по эксплуатации Моста, АМАК.411213.003 РЭ, а работы со средствами Измерительной техники, применяемыми при поверке, в соответствии их эксплуатационной документацией.

4 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1 Проведение внешнего осмотра

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие Моста следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность Моста, исправность соединительных кабелей и т.д.;
- соответствие требованиям комплектности и маркировки (п.2) Паспорта Моста АМАК.411213.003 ПС.

Соответствие требованиям комплектности и маркировки, а также отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность Моста проверять визуально.

Результат операции поверки считать положительным: если отсутствуют механические повреждения Моста, исправны соединительные кабели, переходники и т.д., а комплектность и маркировка Моста соответствуют требованиям п.2 Паспорта Моста АМАК.411213.003 ПС.

4.2 Проверка электрической прочности изоляции Зарядного устройства

4.2.1 Соединить накоротко контакты сетевой вилки Зарядного устройства.

4.2.2 Присоединить собственный кабель Зарядного устройства с выходным разъемом (DB-15) к разъему "ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО" Измерительного блока Моста. Измерительный блок должен быть выключен, т.е. индикатор "ВКЛ/ЗАР" на его передней панели не должен светиться.

4.2.3 Приложить испытательное напряжение (переменное, частотой 50 Гц) пробойной установки УПУ-10 к соединенным контактам сетевой вилки Зарядного устройства и корпусу Измерительного блока Моста (для подключения к корпусу использовать корпусной зажим на Измерительном блоке). Повышать испытательное напряжение от 0 до 1500 В плавно или равномерно ступенями, не превышающими 10 % значения испытательного напряжения и выдержать не менее 1 мин. Затем напряжение понизить до нуля и отключить пробойную установку.

Результат операции поверки считать положительным, если не наблюдались признаки пробоя или поверхностного перекрытия изоляции.

4.3 Проверка электрического сопротивления изоляции Зарядного устройства

4.3.1 Соединить накоротко контакты сетевой вилки Зарядного устройства.

4.3.2 Присоединить собственный кабель Зарядного устройства с выходным разъемом (DB-15) к разъему "ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО" Измерительного блока Моста. Измерительный блок должен быть выключен, т.е. индикатор "ВКЛ/ЗАР" на его передней панели не должен светиться.

4.3.3 С помощью мегаомметра Е6-16 провести измерение сопротивления между соединенными накоротко контактами сетевой вилки и корпусом Измерительного блока Моста. Показания мегаомметра должны фиксироваться через 1 минуту после приложения напряжения значением 500 В.

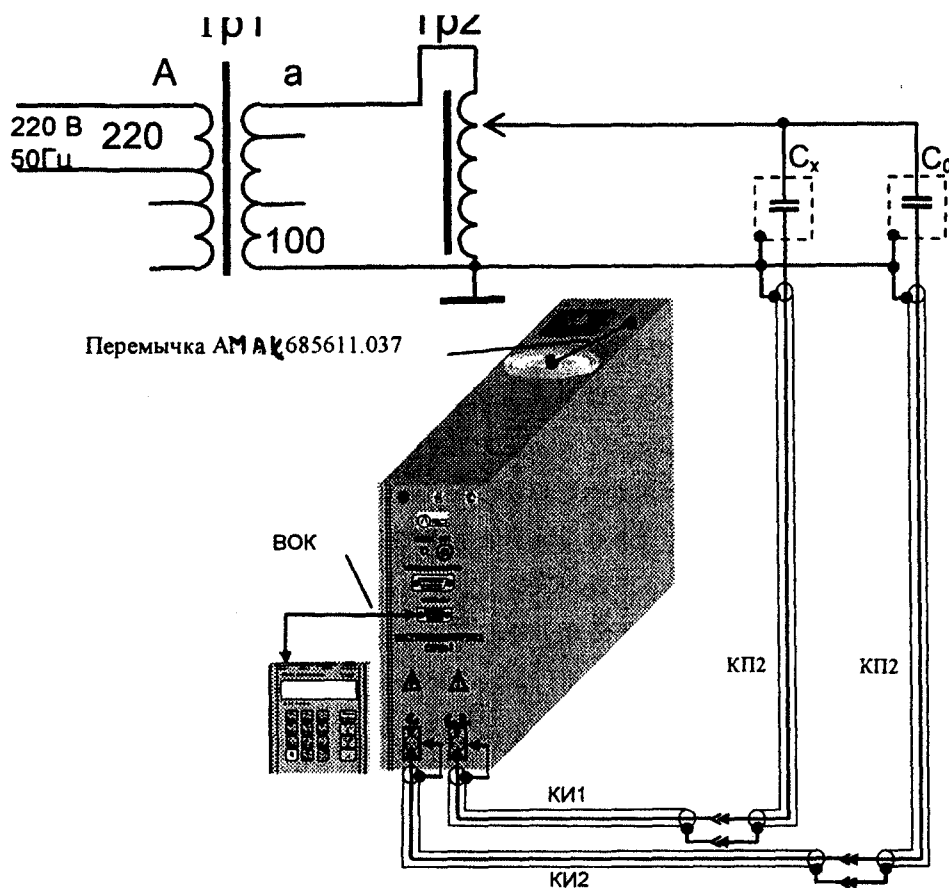
Результат операции поверки считать положительным, если измеренное значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

4.4 Проверка функционирования Моста

ВНИМАНИЕ! При проведении операций поверки по п.4.4 – п.4.7 высоковольтный вывод встроенного эталонного конденсатора должен быть соединен с корпусом Измерительного блока. Используемые при проведении поверок меры Р597 должны быть включены по трехзажимной схеме.

4.4.1 Подготовить Мост к работе, руководствуясь указаниями раздела 5 РЭ.

4.4.2 Собрать схему измерения, приведенную на рис.4 1, подключив меру емкости Р597 значением 0,01 мкФ в качестве внешнего эталонного конденсатора C_0 , а меру емкости Р597 значением 1000 пФ в качестве объекта измерений C_x .



Тр1 - универсальный трансформатор напряжения УТН-1;
Тр2 – лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2;
C₀ – мера емкости Р597, 0,01 мкФ;
C_x - мера емкости Р597, 1000 пФ.

Рисунок 4.1

4.4.3 Ввести параметры меры, подключенной в качестве внешнего эталонного конденсатора C₀ (раздел. 6.2.2 РЭ): C₀, указанное в паспорте меры, tg δ=0.

4.4.4 Провести измерение емкости и тангенса угла потерь объекта измерений C_x, установив рабочее напряжение (100 ± 5) В (раздел 6.1.3 РЭ).

4.4.5 Вычислить относительное отклонение емкости δ_{спр}, в процентах по формуле:

$$\delta_{\text{спр}} = \frac{C_{\text{хи}} - C_{\text{хп}}}{C_{\text{хп}}} \times 100, \quad (1)$$

где C_{хи} - измеренное значение емкости, в пФ;

C_{хп} - значение емкости меры, используемой в качестве объекта измерения, указанное в паспорте, в пФ.

4.4.6 Проверить выполнение условия:

$$\delta_{\text{спр}} < \delta_{C_0} + \delta_{C_x} + 5 \times 10^{-2}, \quad (2)$$

где δ_{C₀} - погрешность емкости меры, используемой в качестве внешнего эталонного конденсатора C₀, указанная в паспорте;

δ_{C_x} - погрешность емкости меры, используемой в качестве объекта измерения C_x, указанная в паспорте.

4.4.7 Повторить п.п. 4.4.2.-4.4.5 при использовании мер емкости Р597 в качестве внешнего эталонного конденсатора C_0 и объекта измерения C_x при значениях, приведенных в таблице 4.1.

Таблица 4.1.

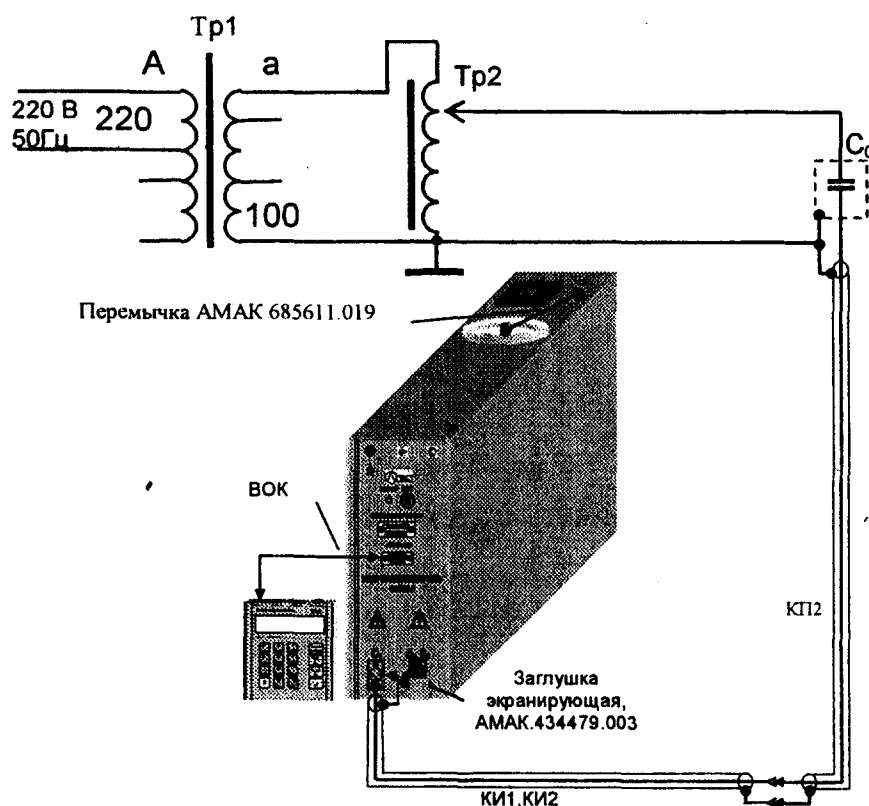
C_0	C_x
1000 пФ	1000 пФ
"	0,01 мкФ
"	0,1 мкФ
"	1 мкФ

Результат операции поверки считать положительным, если для всех мер емкости, используемых в качестве объекта измерения, выполнены условия, изложенные в п.4.4.6.²

4.5 Определение основных погрешностей при измерении емкости и тангенса угла потерь

4.5.1 Определение значения приведенной к концу п/д аддитивной составляющей погрешности при измерении емкости.

4.5.1.1 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 4.2, подключив меру емкости Р597 значением 1000 пФ в качестве эталонного конденсатора C_0 .



Tr1 - универсальный трансформатор напряжения УТН-1;
Tr2 - лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2;
 C_0 - эталонный конденсатор.

Рисунок 4.2

² При появлении сообщения об ошибке "Перегрузка на 4-ом поддиапазоне, ток объекта больше допустимого", следует к образцовой мере 1 нФ подключить меру емкости Р597 с номинальным значением емкости 10 пФ (или 100 пФ) и повторить измерения.

4.5.1.2 Неподключенный разъем C_X заэкранировать, установив на него экранирующую заглушку АМАК.434479.003, входящую в комплект Моста.

4.5.1.3 Ввести параметры меры, подключенной в качестве внешнего эталонного конденсатора C_0 (раздел. 6.2.2 РЭ): C_0 , указанное в паспорте меры, $\text{tg } \delta=0$.

4.5.1.4 Установить 1-й фиксированный поддиапазон (п/д) измерений (раздел 6.3.3 РЭ), включить режим накопления с числом усредняемых измерений $N=5$ и провести измерения (раздел 6.1.5 РЭ).

4.5.1.5 Результаты измерений начальной емкости на 1-ом п/д (C_{HN} , в пФ), и среднеквадратического отклонения результатов измерений начальной емкости на 1-ом п/д измерений ($\text{СКО}_{C_{HN}}$) занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.2.

Таблица 4.2

№ п/д	C_{HN}	$\text{СКО}_{C_{HN}}$	$\delta_{\text{АДД СИСТ CN}}$	$\delta_{\text{АДД СЛ CN}}$
1				
2				
3				
4				

4.5.1.6 Вычислить приведенные значения систематической ($\delta_{\text{АДД СИСТ CN}}$) и случайной ($\delta_{\text{АДД СЛ CN}}$) составляющих аддитивной погрешности ($\delta_{\text{АДД CN}}$), в процентах, при измерении емкости по формулам:

$$\delta_{\text{АДД СИСТ CN}} = \frac{C_{HN}}{C_{\text{макс N}}} \times 100 \quad (3)$$

$$\delta_{\text{АДД СЛ CN}} = \text{СКО}_{C_{HN}} \times \frac{C_{HN}}{C_{\text{макс N}}}, \quad (4)$$

где: $C_{\text{макс.N}}$ - конечное значение емкости N-го п/д, в пФ, в соответствии с 2.1.4 РЭ.

Результаты расчетов занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.2, в соответствующие колонки.

4.5.1.7 Провести измерения начальной емкости на 2, 3, 4 п/д и занести результаты измерений и вычислений в таблицу, согласно п 4.5.1.4-4.5.1.6.

4.5.2 Определение значений мультипликативной составляющей относительной погрешности при измерении емкости и аддитивной составляющей абсолютной погрешности при измерении тангенса угла потерь

4.5.2.1 Собрать схему, приведенную на рис.4.1, подключив меры емкости Р597 с номинальными значениями емкости 1000 пФ в качестве эталонного конденсатора C_0 и объекта измерений C_X

4.5.2.2 Ввести параметры меры, подключенной в качестве внешнего эталонного конденсатора C_0 (раздел. 6.2.2 РЭ): $C_0=1$ нФ, $\text{tg } \delta=0$.

4.5.2.3 Установить 1-й фиксированный поддиапазон (п/д) измерений (раздел 6.3.3 РЭ), включить режим накопления с числом усредняемых измерений $N=5$, установив рабочее напряжение $U_X=(100 \pm 5)$ В, и провести измерения (раздел 6.1.5 РЭ).

4.5.2.4 Результаты измерений среднего значения емкости (C_{X1}) и тангенса угла потерь ($\text{tg}\delta_1$), а также значения среднеквадратического отклонения (СКО) емкости и тангенса угла потерь занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.3.

4.5.2.5 Переставить меры емкости, для чего кабель, который был включен в разъем Моста C_0 , включить в разъем C_X , а кабель, который был включен в разъем Моста C_X , включить в разъем C_0 . Провести новое измерение параметров объекта измерений.

4.5.2.6 Результаты измерений среднего значения емкости (C_{X2}) и тангенса угла потерь ($\text{tg}\delta_2$), а также значения среднеквадратического отклонения (СКО) $\text{tg}\delta$ занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.3.

4.5.2.7 Вычислить мультипликативную погрешность, $\delta_{\text{мс}}$, в процентах, при измерении емкости и аддитивную составляющую погрешности при измерении $\text{tg}\delta$ ($\Delta\text{tg}\delta_{\text{АДД}}$) по формулам:

$$\delta_{\text{мс}} = \left(\frac{C_{X1}/C_0 \times C_{X2}/C_0 - 1}{2} \right) \times 100, \quad (5)$$

где C_0 – значение емкости, введенной в качестве образцовой, равное 1000 пФ.

$$\Delta\text{tg}\delta_{\text{АДД}} = \sqrt{(\text{tg}\delta_1 + \text{tg}\delta_2)^2 / 4 + \text{СКО}_{\text{tg}\delta 12 \text{ max}}^2}, \quad (6)$$

где $\text{СКО}_{\text{tg}\delta 12 \text{ max}}$ – максимальное значение среднеквадратического отклонения тангенса угла потерь из СКО двух измерений;

Результаты расчетов занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Наименование измеренных (вычисленных) величин	C_{X1}	$\text{tg}\delta_1$	C_{X2}	$\text{tg}\delta_2$	$\delta_{\text{мс}}$	$\Delta\text{tg}\delta_{\text{АДД}}$
Результаты измерений (вычислений)						
СКО	X		X			

4.5.3 Определение значений составляющих погрешностей, обусловленных дифференциальной нелинейностью на границе п/д

4.5.3.1 Собрать схему, приведенную на рис.4.1, подключив меры емкости Р597 с номинальными значениями емкости 1000 пФ в качестве эталонного конденсатора C_0 и объекта измерений C_X .

4.5.3.2 Ввести параметры меры, подключенной в качестве внешнего эталонного конденсатора C_0 (раздел 6.2.2 РЭ), емкость, равную 1 нФ, $\text{tg } \delta = 0$.

4.5.3.3 Установить 1-й фиксированный поддиапазон (п/д) измерений (раздел 6.3.3 РЭ), включить режим накопления с числом усредняемых измерений $N=5$, установив рабочее напряжение $U_X=(100 \pm 5)$ В, и провести измерения C_1 и $\text{tg} \delta_1$ (раздел 6.1.5 РЭ).

4.5.3.4 Установить 2-ой п/д. Провести повторное измерение емкости C_2 и $\text{tg} \delta_2$. Результаты измерений занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.4.

4.5.3.5 Вычислить составляющие основной погрешности, обусловленной дифференциальной нелинейностью, относительной при измерении емкости, $\delta_{\text{ндп } C_{12}}$, в процентах, и абсолютной по тангенсу угла потерь, $\Delta \text{tg} \delta_{\text{ндп } 12}$, на границе 1 и 2 п/д по формулам:

$$\delta_{\text{ндп } C_{12}} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100, \quad (7)$$

$$\Delta \text{tg} \delta_{\text{ндп } 12} = \text{tg} \delta_1 - \text{tg} \delta_2, \quad (8)$$

где C_1 – измеренное значение емкости на 1-ом п/д,

C_2 – измеренное значение емкости на 2-ом п/д.

Результаты расчетов занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Нп/д.	C_N, C_{N+1}	$\text{tg} \delta_N, \text{tg} \delta_{N+1}$	$\delta_{\text{ндп } C_{N(N+1)}}$	$\Delta \text{tg} \delta_{\text{ндп } N(N+1)}$
1				
2				
2				
3				
3				
4				

4.5.3.6 Повторить п.п. 4.5.3.1-4.5.3.5 при использовании мер емкости Р597 значениями 0,01 мкФ, 0,1 мкФ в качестве объектов измерений для определения погрешностей $\delta_{\text{ндп } C_{23}}$ и $\Delta \text{tg} \delta_{\text{ндп } 23}$ на границе 2-го и 3-го поддиапазонов, и $\delta_{\text{ндп } C_{34}}$ и $\Delta \text{tg} \delta_{\text{ндп } 34}$ на границе 3-го и 4-го, соответственно (формулы 8 – 12). Для расчета использовать следующие формулы:

$$\delta_{\text{ндп } C_{23}} = \frac{C_2 - C_3}{C_2} \times 100 + \delta_{\text{ндп } C_{12}}, \quad (9)$$

$$\Delta \operatorname{tg} \delta_{\text{ндл}23} = \operatorname{tg} \delta_2 - \operatorname{tg} \delta_3 + \Delta \operatorname{tg} \delta_{\text{ндл}12}, \quad (10)$$

$$\delta_{\text{ндл}C34} = \frac{C_3 - C_4}{C_3} \times 100 + \delta_{\text{ндл}C23}, \quad (11)$$

$$\Delta \operatorname{tg} \delta_{\text{ндл}34} = \operatorname{tg} \delta_3 - \operatorname{tg} \delta_4 + \Delta \operatorname{tg} \delta_{\text{ндл}23}, \quad (12)$$

где C_2 – измеренное значение емкости на 2-ом п/д,

C_3 – измеренное значение емкости на 3-ем п/д,

C_4 – измеренное значение емкости на 4-ом п/д.

4.5.4 Определение значений составляющих погрешности, обусловленных интегральной нелинейностью внутри п/д

4.5.4.1 Собрать схему измерения, приведенную на рис.4.1, подключив в качестве меры емкости C_0 и объекта измерений C_X меру емкости МКМЕ, АМАК.411642.001, входящую в комплект поставки Моста. Схема электрическая принципиальная МКМЕ приведена на рис.4.3. Кабель МКМЕ с надписью " $U_p \leq 30 \text{ В}$ " подключить к выходному зажиму вторичной обмотки лабораторного трансформатора (Тр2 на рис. 4.1), кабель с надписью "к разъему C_0 " подключить к разъему C_0 Моста, а кабель с надписью "к разъему C_X " подключить к разъему C_X Моста.

4.5.4.2 Ввести параметры меры, подключенной в качестве внешнего эталонного конденсатора C_0 (раздел. 6.2.2 РЭ): C_0 , равное $1,000 \text{e-}8 \text{ Ф}$, $\operatorname{tg} \delta = 0$.

4.5.4.3 Установить автоматический поддиапазон (п/д) измерений (раздел 6.5.3 РЭ), включить режим накопления с числом усредняемых измерений $N=5$, установив рабочее напряжение $U_X = (29 \pm 1) \text{ В}$ (раздел 6.1.5 РЭ).

ВНИМАНИЕ! Подача на меру емкости МКМЕ напряжения более 30 В не допускается. Это может привести к выходу ее из строя.

Перед применением необходимо проверить исправность меры емкости МКМЕ. Для этого следует подключить меру к Мосту Р5079 (зажим Моста U- U' подключить к выводу U_p , зажим Моста I-I' – к контактам 1 и 2 разъема МКМЕ, предназначенного для подключения к разъему C_X СА7100, а корпусной зажим Моста Р5079 – к контакту 3 или корпусу указанного разъема МКМЕ).

Провести измерения емкости всех конденсаторов (C_1 - C_4), включая их поочередно посредством тумблеров. При этом отклонение значений емкостей от номиналов (1,24 нФ, 1,24 нФ, 2,49 нФ, 4,87 нФ) не должно превышать 5%. Значение начальной емкости МКМЕ, измеряемое при всех отключенных тумблерах, должно быть не более 0,01 пФ.

Аналогично измерить емкость образцового конденсатора МКМЕ, подключив зажим I-I' Моста Р5079 к контактам 1 и 2 разъема МКМЕ, предназначенного для подключения к разъему C_0 СА7100. При этом отклонение значения емкости от номинала (10,10 нФ) не должно превышать 5%.

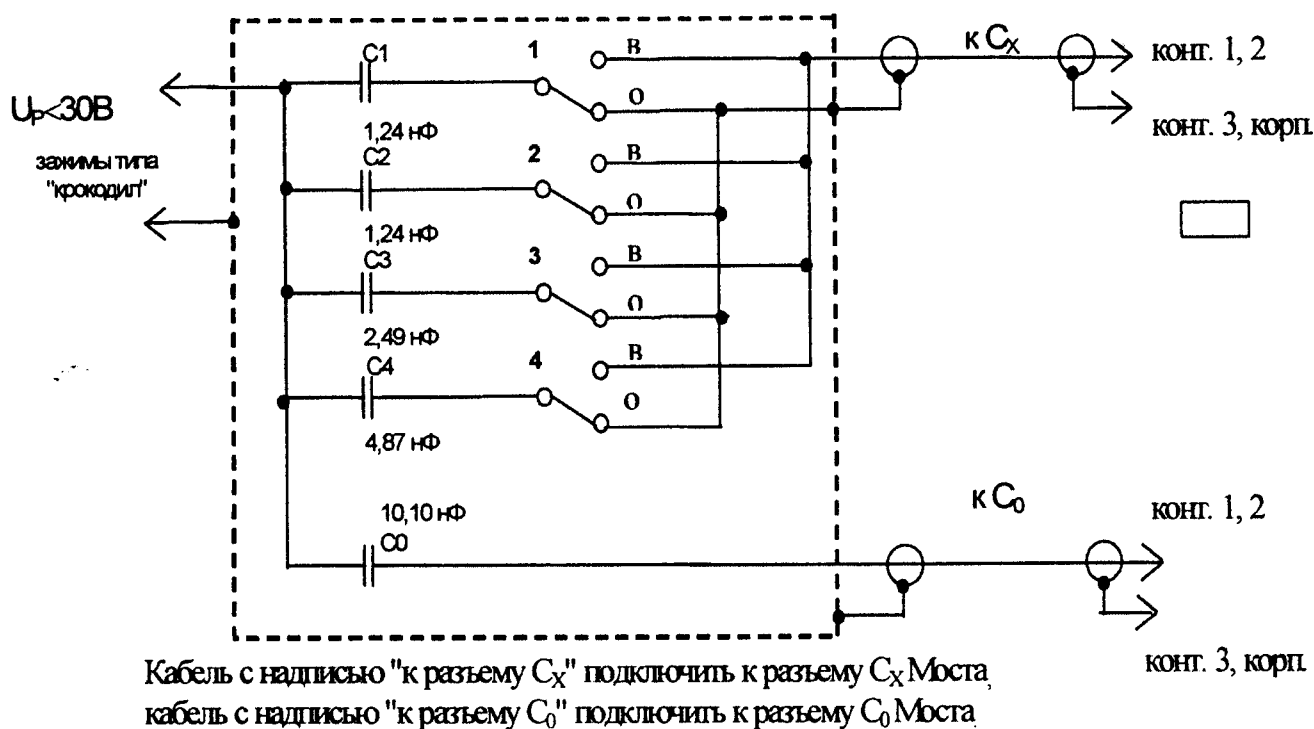


Рисунок 4.3

4.5.4.4 Установить переключатель "1" на передней панели МКМЕ в положение "В", а остальные переключатели в положение "О", что соответствует включению конденсатора МКМЕ C_1 .

4.5.4.5 Провести измерение емкости и тангенса угла потерь МКМЕ (раздел 6.1.5 РЭ). Результаты измерения емкости C_{x1} и тангенса угла потерь $\text{tg}\delta_{x1}$ занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.5.

4.5.4.6 Установить переключатель "2" в положение "В", а остальные - в положение "О", что соответствует включению конденсатора МКМЕ C_2 .

4.5.4.7 Провести измерения емкости и тангенса угла потерь МКМЕ. Результаты измерения емкости C_{x2} и тангенса угла потерь $\text{tg}\delta_{x2}$ занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.5.

4.5.4.8 На передней панели МКМЕ установить переключатели "1" и "2" в положение "В", а остальные – в положение "О", что соответствует двум включенным конденсаторам: C_1 , C_2 .

4.5.4.9 Провести измерение емкости и тангенса угла потерь МКМЕ. Результаты измерения емкости $C_{x\Sigma 2}$ и тангенса угла потерь $\text{tg}\delta_{x\Sigma 2}$ занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.5.

Таблица 4.5

	Положение переключателей				C_x	$tg\delta_x$
	1	2	3	4		
C_{x1}	В	О	О	О		
C_{x2}	О	В	О	О		
$C_{x\Sigma 2}$	В	В	О	О		
C_{x3}	О	О	В	О		
$C_{x\Sigma 3}$	В	В	В	О		
C_{x4}	О	О	О	В		
$C_{x\max}$	В	В	В	В		

Примечание: буква "В" означает, что мера включена, а буква "О" - мера отключена.

4.5.4.10 Установить переключатель "3" в положение "В", а остальные - в положение "О", что соответствует включению конденсатора МКМЕ C_3 .

4.5.4.11 Провести измерения емкости и тангенса угла потерь МКМЕ. Результаты измерения емкости C_{x3} и тангенса угла потерь $tg\delta_{x3}$ занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.5

4.5.4.12 Установить переключатели "1", "2" и "3" в положение "В", а остальные - в положение "О", что соответствует трем включенным конденсаторам: C_1 , C_2 , C_3 .

4.5.4.13 Провести измерения емкости и тангенса угла потерь МКМЕ. Результаты измерения емкости $C_{x\Sigma 3}$ и тангенса угла потерь $tg\delta_{x\Sigma 3}$ занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.5.

4.5.4.14 Установить переключатель "4" в положение "В", а остальные - в положение "О", что соответствует включенному конденсатору C_4 .

4.5.4.15 Провести измерения емкости и тангенса угла потерь МКМЕ. Результаты измерения емкости C_{x4} и тангенса угла потерь $tg\delta_{x4}$ занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.5.

4.5.4.16 Установить все переключатели в положение "В" что соответствует всем включенным конденсаторам.

4.5.4.17 Провести измерения емкости и тангенса угла потерь МКМЕ. Результаты измерения емкости $C_{x\max}$ и тангенса угла потерь $tg\delta_{x\max}$ занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.5.

4.5.4.18 Рассчитать относительную погрешность при измерении емкости ($\delta_{\text{нн}4}$) для середины поддиапазона, в процентах:

$$\delta_{ic\ 4} = \frac{C_{x4} + C_{x\Sigma 3} - C_{x\max}}{C_{x\max}} \cdot 100 \quad (13)$$

4.5.4.19 Рассчитать абсолютную погрешность при измерении тангенса ($\Delta tg\delta_{\text{нн}4}$) для середины поддиапазона:

$$\Delta \text{tg} \delta_{\text{ни4}} = (\text{tg} \delta_{\text{X4}} + \text{tg} \delta_{\text{X}\Sigma 3})/2 - \text{tg} \delta_{\text{Xмакс}} \quad (14)$$

4.5.4.20 Рассчитать относительную погрешность при измерении емкости ($\delta_{\text{ни2}}$) для 1/4 поддиапазона, в процентах:

$$\delta_{\text{и} \ 2} = \delta_{\text{и} \ 4} + \frac{C_{\text{X3}} + C_{\text{X}\Sigma 2} - C_{\text{X}\Sigma 3}}{C_{\text{Xмакс}}} \cdot 200 \quad (15)$$

4.5.4.21 Рассчитать абсолютную погрешность при измерении тангенса ($\Delta \text{tg} \delta_{\text{ни2}}$) для 1/4 поддиапазона:

$$\Delta \text{tg} \delta_{\text{ни2}} = (\text{tg} \delta_{\text{X}\Sigma 2} + \text{tg} \delta_{\text{X3}})/2 - (\text{tg} \delta_{\text{X}\Sigma 3} - \Delta \text{tg} \delta_{\text{ни4}}) \quad (16)$$

4.5.4.22 Рассчитать относительную погрешность при измерении емкости ($\delta_{\text{ни1}}$) для 1/8 поддиапазона, в процентах:

$$\delta_{\text{и} \ 1} = \delta_{\text{и} \ 2} + \frac{C_{\text{X1}} + C_{\text{X2}} - C_{\text{X}\Sigma 2}}{C_{\text{Xмакс}}} \cdot 400 \quad (17)$$

4.5.4.23 Рассчитать абсолютную погрешность при измерении тангенса ($\Delta \text{tg} \delta_{\text{ни1}}$) для 1/8 поддиапазона:

$$\Delta \text{tg} \delta_{\text{ни1}} = (\text{tg} \delta_{\text{X1}} + \text{tg} \delta_{\text{X2}})/2 - (\text{tg} \delta_{\text{X}\Sigma 2} - \Delta \text{tg} \delta_{\text{ни2}}) \quad (18)$$

Максимальное по модулю значение $\delta_{\text{ни}}$ использовать в качестве $\delta_{\text{ниС}}$ для вычисления коэффициентов c_1 и c_N (см.4.6.1), максимальное (по модулю) значение $\Delta \text{tg} \delta_{\text{ни}}$ использовать для вычисления a_1 и a_N (см.4.6.1) в качестве $\Delta \text{tg} \delta_{\text{ни}}$.

4.5.5 Определение значений мультипликативной составляющей основной абсолютной погрешности при измерении тангенса угла потерь и составляющей основной относительной погрешности при измерении емкости, вызванной изменением тангенса угла потерь

4.5.5.1 Омметром Ц34 провести измерения сопротивлений резисторов типа С2-29 с номинальными значениями 3,01 МОм; 1 МОм; 301кОм; 100 кОм. Результаты измерений занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.6, в соответствующие ячейки в столбце $R_{\text{доп.изм}}$.

4.5.5.2 Собрать схему измерения по рис. 4.1, подключив меру емкости Р597 с номинальным значением емкости 1000 пФ в качестве эталонного конденсатора C_0 , а меру емкости Р597 с номинальным значением емкости 0,1 мкФ в качестве объекта измерения C_X .

4.5.5.3 Ввести параметры меры, подключенной в качестве внешнего эталонного конденсатора C_0 (раздел. 6.2.2 РЭ): C_0 , равное $1,000 \cdot 10^{-9}$ Ф, $\text{tg} \delta = 0$.

4.5.5.4 Установить автоматический поддиапазон (п/д) измерений (раздел 6.5.3 РЭ), провести измерения C и $\text{tg} \delta$, а также частоты рабочего напряжения f_r , установив рабочее напряжение $U_X = (100 \pm 5)$ В (раздел 6.1.3 РЭ).

4.5.5.5 Полученные результаты (C_X и $\text{tg} \delta_X$) занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.6, в строку, соответствующую неподключенному $R_{\text{доп}}$.

Таблица 4.6

$R_{\text{доп}}$	$R_{\text{доп.изм.}}$	C_X	$\text{tg}\delta_X$	f_p	$\text{tg}\delta_p$	$\delta_{C \text{ tg}\delta\text{доп}}$	$\Delta \text{tg}\delta_M$	b
не подключен								
3,01 МОм								
1,0 МОм								
301 кОм								
100 кОм								

4.5.5.6 Параллельно объекту измерений подключить резистор $R_{\text{доп}}$ с номинальным значением сопротивления, равным 3,01 МОм.

4.5.5.7 Провести измерение значений емкости C_X и тангенса угла потерь $\text{tg}\delta_X$ объекта измерений, а также частоты рабочего напряжения f_p . Результаты занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.6 в строку, соответствующую, $R_{\text{доп}}=3,01 \text{ МОм}$.

4.5.5.8 Рассчитать значения мультипликативной составляющей абсолютной погрешности при измерении тангенса угла потерь $\Delta \text{tg}\delta_M$ и составляющей погрешности при измерения емкости $\delta_{C \text{ tg}\delta\text{доп}}$, в процентах, обусловленной тангенсом угла потерь объекта измерения по формулам:

$$\Delta \text{tg}\delta_M = \text{tg}\delta_X - \text{tg}\delta_p - \text{tg}\delta_0, \quad (19)$$

где: $\text{tg}\delta_p = \frac{1}{2\pi f_p C_{X0} R_{\text{доп.изм.}}}$ - расчетное значение приращения тангенса уг-

ла потерь, обусловленное подключением $R_{\text{доп}}$;

$\text{tg}\delta_0, C_{X0}$ – значения тангенса угла потерь и емкости объекта измерения без подключенного $R_{\text{доп}}$,

$\text{tg}\delta_X$ – значение тангенса угла потерь объекта измерения при $R_{\text{доп}} = 3,01 \text{ МОм}$,

f_p – значение частоты рабочего напряжения при $R_{\text{доп}} = 3,01 \text{ МОм}$.

$$\delta_{C \text{ tg}\delta\text{доп}} = \left(\frac{C_{X0} - C_X}{C_{X0}} \right) \times 100, \quad (20)$$

где: C_X – значение емкости объекта измерений при $R_{\text{доп}} = 3,01 \text{ МОм}$.

4.5.5.9 Рассчитать значение коэффициента b по формуле:

$$b = \left| \frac{\Delta \text{tg}\delta_M}{\text{tg}\delta_p} \right| \quad (21)$$

4.5.5.10 Результаты расчетов занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.6 в строку, соответствующую $R_{\text{доп}} = 3,01 \text{ МОм}$.

4.5.5.11 Операции по п.п. 4.5.5.6.-4.5.5.10 повторить для резисторов $R_{\text{доп}}$ с номинальными сопротивлениями 1,0 МОм, 301 кОм и 100 кОм, соответственно.

4.5.6 Обработка результатов измерений

4.5.6.1 Вычислить значения коэффициентов a_1 , c_1 и d_1 для первого п/д (формулы 22 - 24) и a_N , c_N и d_N для п/д 2-4 (формулы 25-27) (N – номер п/д):

$$a_1 = \sqrt{\Delta \text{tg} \delta_{\text{адд.}}^2 + \Delta \text{tg} \delta_{\text{ни}}^2}, \quad (22)$$

$$c_1 = \sqrt{\delta_{\text{мс}}^2 + \delta_{\text{нис}}^2}, \quad (23)$$

$$d_1 = \delta_{\text{адд. с1}} = \sqrt{\delta_{\text{адд. сист. с1}}^2 + \delta_{\text{адд. сл. с1}}^2}. \quad (24)$$

$$a_N = \sqrt{\Delta \text{tg} \delta_{\text{адд.}}^2 + \Delta \text{tg} \delta_{\text{ни}}^2 + \Delta \text{tg} \delta_{\text{ндп(N-1)N}}^2} \quad (25)$$

$$c_N = \sqrt{\delta_{\text{мс}}^2 + \delta_{\text{нис}}^2 + \delta_{\text{ндпC(N-1)N}}^2}, \quad (26)$$

$$d_N = \delta_{\text{адд. CN}} = \sqrt{\delta_{\text{адд. сист. CN}}^2 + \delta_{\text{адд. сл. CN}}^2}. \quad (27)$$

Для вычисления c_1 и c_N использовать максимальное (по модулю) значение $\delta_{\text{нис}}$, из рассчитанных в п.п.4.5.4.18-4.5.4.22, значения $\delta_{\text{ндпC(N-1)N}}$ взять из таблицы 4.4, значение $\delta_{\text{мс}}$ приведено в таблице 4.3.

Для вычисления a_1 и a_N использовать $\Delta \text{tg} \delta_{\text{адд.}}$ (таблица 4.3), максимальное (по модулю) значение $\Delta \text{tg} \delta_{\text{ни}}$, рассчитанное в п.п.4.5.4.19-4.5.4.23 и значения $\Delta \text{tg} \delta_{\text{ндп(N-1)N}}$, приведенные в таблице 4.4.

Данные для расчета d_N взять из таблицы 4.2.

Результаты расчета c_N , a_N , d_N занести в таблицу по форме, приведенной в таблице 4.7.

Выбрать максимальное значение b из таблицы по форме, приведенной в таблице 4.6, и занести его во все ячейки столбца b таблицы по форме, приведенной в таблице 4.7.

Таблица 4.7

Номер п/д	a	b	c	d
1				
2				
3				
4				

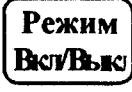
Результаты операции поверки по определению основных погрешностей при измерении емкости и тангенса угла потерь считать положительными, если:

- занесенные в таблице по форме, приведенной в таблице 4.7, значения коэффициентов a , b , c , d , не превышают соответствующих им значений, приведенных в таблице 2.1 РЭ.;

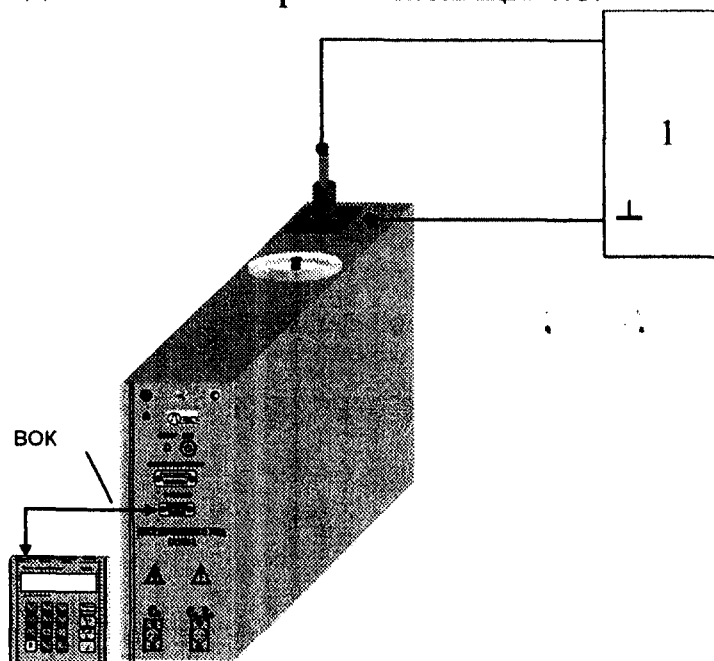
- значения $\delta_{C \text{ tg}\delta_{\text{доп}}}$, в процентах, в таблице по форме, приведенной в таблице 4.6, не превышают соответствующих им значений в колонке $\text{tg}\delta_x$ этой же таблицы.

4.6 Определение основной относительной погрешности установки напряжения при измерении сопротивления

4.6.1 Включить Мост и установить режим измерения R (раздел 6.3.2 РЭ).

4.6.2 Включить режим поверки напряжения U . Для чего, войти в меню, нажав кнопку . Выбрать в меню строку "Поверка U выкл" и нажать кнопку . На экране появится строка "Поверка U вкл". Затем вернуться в основное окно, нажав кнопку .

4.6.3 Подключить к Мосту (рисунок 4.4) киловольтметр С502, в соответствии с данными для 1-ого измерения таблицы 4.8.



1 – киловольтметр С502 или вольтметр В7-35

Рисунок 4.4

4.6.4 Установить напряжение $U = 2500 \text{ В}$ (п.п.1-2 раздела 6.3.3 РЭ), в соответствии с данными для 1-ого измерения таблицы 4.8.

C,tgδ
R

4.6.5 Нажать клавишу на БУ, на экране сначала возникнет сообщение "Идет установка напряжения", а через несколько секунд – "Проверка U, U=2500В".

4.6.6 Снять результат измерения прибором напряжения U_В, в вольтах, и занести его в строку для 1-ого измерения таблицы по форме, приведенной в таблице 4.8.

4.6.7 Вернуться в основное окно, для чего нажать кнопку



Таблица 4.8

№ измерения	Тип измерительного прибора	U _Р , В	U _В , В	δ _{UR} , %
1	C502	2500		
2	C502	1000		
3	B7-35	500		
4	B7-35	250		

4.6.8 Рассчитать основную относительную погрешность установки напряжения при измерении сопротивления, в процентах, по формуле

$$\delta_{UR} = (U_B - U_R) / U_R \times 100 \quad (28)$$

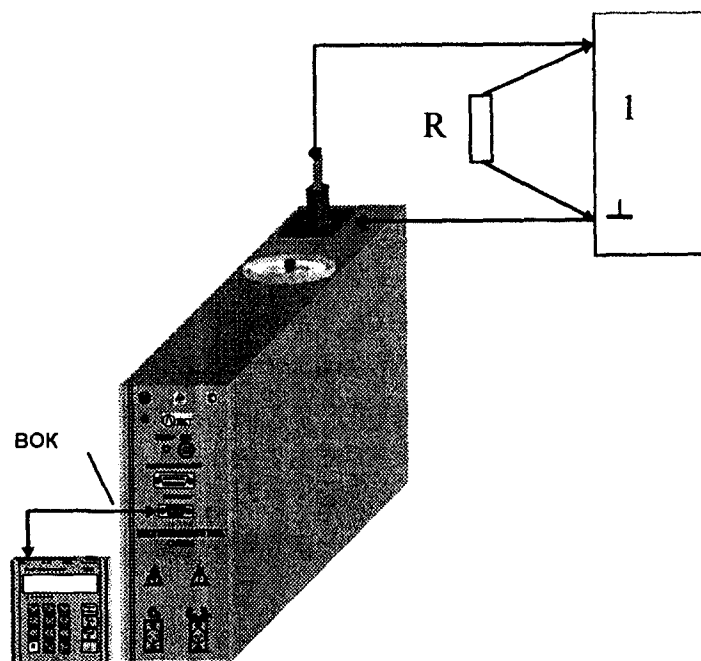
4.6.9 Повторить операции 4.6.4 – 4.6.8 для 2-ого измерения, в соответствии с данными таблицы 4.8

4.6.10 Подключить к мосту (рисунок 4.4) вольтметр В7-35, в соответствии с данными для 3-ого и 4-ого измерений таблицы 4.8.

ВНИМАНИЕ! Т.к. вольтметр В7-35 измеряет напряжения, не превышающие 1000В, установку напряжения U следует выполнять в строгом соответствии с данными для 3-его и 4-ого измерений таблицы 4.8.

4.6.11 Повторить операции 4.6.4 – 4.6.8 для 3-ого и 4-ого измерений, в соответствии с данными таблицы 4.8

4.6.12 Подключить к мосту (рисунок 4.5) нагрузку активную R, АМАК.411632.002 и киловольтметр С502, в соответствии с данными для 1-ого измерения таблицы 4.9.



1 – киловольтметр C502 или вольтметр В7-35;
R – нагрузка активная, 1,5 МОм, АМАК.411632.002

Рисунок 4.5

4.6.13 Выполнить операции 4.6.4 – 4.6.8 для 1-ого и 2-ого измерений таблицы 4.9.

Таблица 4.9

№ измерения	Тип измерительного прибора	U_R , В	U_B , В	δ_{UR} , %
1	C502	2500		
2	C502	1000		
3	В7-35	500		
4	В7-35	250		

4.6.14 Подключить к мосту (рисунок 4.5) вольтметр В7-35, в соответствии с данными для 3-ого и 4-ого измерений таблицы 4.9.

ВНИМАНИЕ! Т.к. вольтметр В7-35 измеряет напряжения, не превышающие 1000В, установку напряжения U следует выполнять в строгом соответствии с данными для 3-его и 4-ого измерений таблицы 4.9.

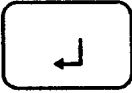
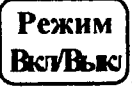
4.6.15 Выполнить операции 4.6.4 – 4.6.8 для 3-ого и 4-ого измерений, в соответствии с данными таблицы 4.9

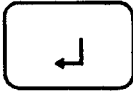
Результаты операции поверки по определению основной погрешности установки напряжения при измерении сопротивления считать положительными, если значения рассчитанных погрешностей δ_{UR} в таблицах 4.8 и 4.9 не превышают 2,5%.

4.7 Определение основной относительной погрешности при измерении сопротивления постоянному току

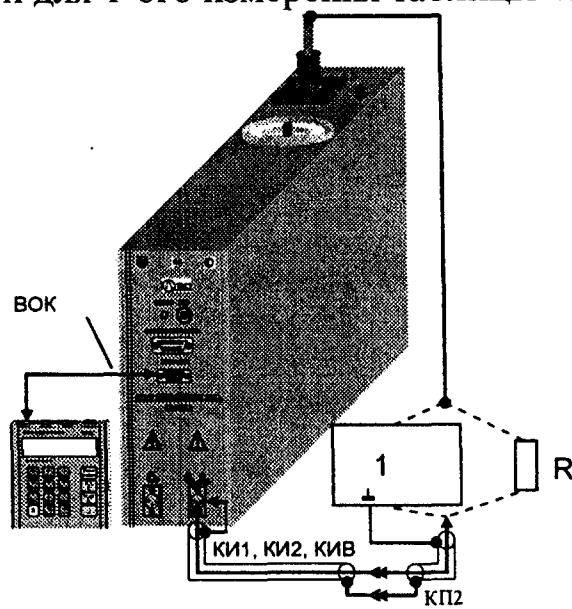
4.7.1 Включить Мост и установить режим измерения R (раздел 6.3.2 РЭ).

4.7.2 Отключить режим "Поверка U". Для чего войти в меню, нажав

кнопку , выбрать в меню строку "Поверка U вкл" и нажать кнопку . На экране появится "Поверка U выкл", после этого вернуться в ос-

новное окно, нажав кнопку .

4.7.3 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 4.6. В качестве объекта измерения подключить меру сопротивления, АМАК.411632.001, в соответствии с данными для 1-ого измерения таблицы 4.10.



1 – магазин сопротивлений Р40108;

R – мера сопротивления, 150 кОм, АМАК.411642.00

Рисунок 4.6.

4.7.4 Установить напряжение $U = 250$ В (п.п.1-2 раздела 6.3.3 РЭ)

4.7.5 Установить 1-ый поддиапазон измерений (раздел 6.5.3 РЭ) в соответствии с данными для 1-ого измерения таблицы 4.10.

4.7.6 Нажать клавишу  на БУ, на экране появится результат 1-ого измерения $R_{изм}$.

4.7.7 Занести результат измерения сопротивления в таблицу 4.10.

Таблица 4.10

№ измерения	Вид объекта измерения	№ поддиапазона измерений	Номинальное значение измеряемого сопротивления, $R_{ном}$, Ом	$R_{изм}$, МОм	δR , %
1	Мера сопротивления, АМАК.411632.001	1	$1,5 \cdot 10^5$		
2	Магазин Р40108	1	$1,00 \cdot 10^6$		

№ измерения	Вид объекта измерения	№ поддиапазона измерений	Номинальное значение измеряемого сопротивления, $R_{ном}, Ом$	$R_{изм}, МОм$	$\delta_R, \%$
3	"	2	$1,00 \cdot 10^6$		
4	"	2	$1,00 \cdot 10^7$		
5	"	3	$1,00 \cdot 10^7$		
6	"	3	$1,00 \cdot 10^8$		
7	"	4	$1,00 \cdot 10^8$		
8	"	4	$1,00 \cdot 10^9$		
9	"	2	$2,00 \cdot 10^6$		
10	"	2	$3,00 \cdot 10^6$		
11	"	2	$7,00 \cdot 10^6$		
12	"	2	$1,00 \cdot 10^7$		
13	"	2	$5,00 \cdot 10^7$		
14	"	2	$1,00 \cdot 10^8$		

4.7.8 Вернуться в основное окно, для чего нажать кнопку



4.7.9 Рассчитать погрешность измерения сопротивления δ_R , в процентах, по формуле

$$\delta_R = (R_{изм} - R_{ном}) / R_{ном} \times 100. \quad (29)$$

Занести результат расчета в таблицу 4.10.

4.7.10 Подключить к мосту (рисунок 4.5) в качестве объекта измерения магазин сопротивлений Р40108.

4.7.11 Установить на магазине сопротивлений значение сопротивления равное $1,00 \cdot 10^6 Ом$, в соответствии с данными для 2-ого измерения таблицы 4.10.

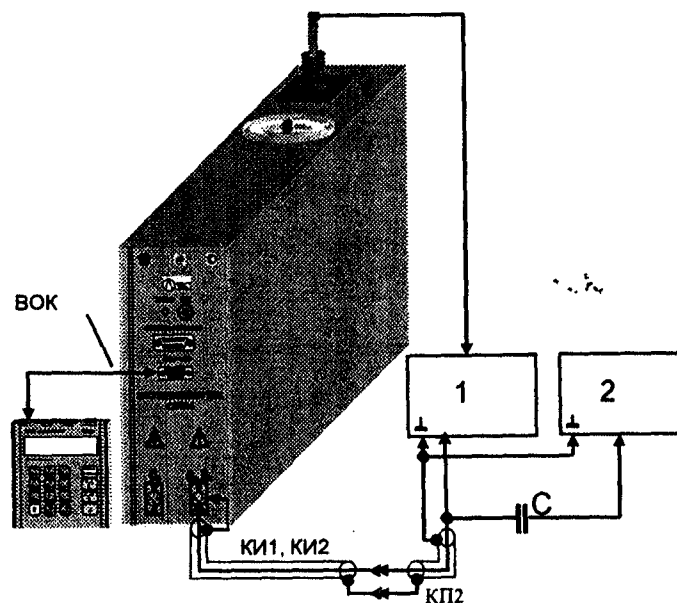
4.7.12 Выполнить операции 4.7.4 – 4.7.9 для данных 2-ого измерения в соответствии с таблицей 4.10.

4.7.13 Выполнить операции 4.7.11 – 4.7.12 для всех последующих измерений в соответствии с таблицей 4.10.

Результаты операции поверки по определению относительной основной погрешности при измерении сопротивления считать положительными, если значения рассчитанных погрешностей δ_R не превышают 2,5%.

4.8 Проверка дополнительной погрешности при измерении сопротивления, вызванной воздействием на измерительный вход моста (вход S_x, R_x) синусоидального тока промышленной частоты.

4.8.1 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 4.6. В качестве объекта измерения к мосту подключить магазин сопротивлений Р40108. Подключение меры емкости Р597, номинальным значением 100 нФ, к выходам генератора сигналов низкочастотного ГЗ-109 и магазина сопротивлений Р40108 выполнить с помощью экранированного провода.



1 – магазин сопротивлений 40108;
2 – генератор ГЗ-109;
С – мера емкости Р597

Рисунок 4.6

4.8.2 Включить Мост и установить режим измерения R (раздел 6.3.2 РЭ).

4.8.3 Установить напряжение $U = 250$ В (п.п. 1-2 раздела 6.3.3 РЭ).

4.8.4 Установить 4-ый поддиапазон измерений (раздел 6.5.3 РЭ).

4.8.5 Установить сопротивление магазина $1 \cdot 10^8$ Ом.

$C, \text{tg} \delta$
 R

4.8.6 Нажать клавишу на БУ, на экране появится результат 1-ого измерения $R_{\text{изм1}}$.

4.8.7 Включить генератор и установить на его выходе напряжение $(16 \pm 0,5)$ В, частотой 50 Гц.

$C, \text{tg} \delta$
 R

4.8.8 Нажать клавишу на БУ, на экране появится результат 2-ого измерения $R_{\text{изм2}}$.

4.8.9 Рассчитать погрешность измерения сопротивления, вызванную присутствием на входе модуля мегаомметра синусоидального тока промышленной частоты, в процентах, по формуле:

$$\delta_{RI} = (R_{\text{изм2}} - R_{\text{изм1}}) / R_{\text{изм1}} \times 100. \quad (30)$$

Результаты операции поверки по определению относительной погрешности при измерении сопротивления, вызванной присутствием на входе модуля мегаомметра синусоидального тока промышленной частоты, считать положительными, если значение рассчитанной погрешности δ_{RI} не превышает 0,2%.

4.9 Определение относительной погрешности при измерении рабочего напряжения

4.9.1 Собрать схему измерений, приведенную на рис. 4.7, в которой генератор сигналов низкочастотный ГЗ-109 служит в качестве источника рабочего напряжения. Подключить магазин емкости Р5025 с номинальным значением емкости 300 нФ в качестве эталонного конденсатора C_0 . Объект

измерений C_x не подключать. Параллельно выходу ГЗ-109 подключить вольтметр В7-35.

4.9.2 Ввести параметры меры, подключенной в качестве внешнего эталонного конденсатора C_0 (раздел. 6.2.2 РЭ): C_0 , указанное в паспорте меры, $\text{tg } \delta=0$.

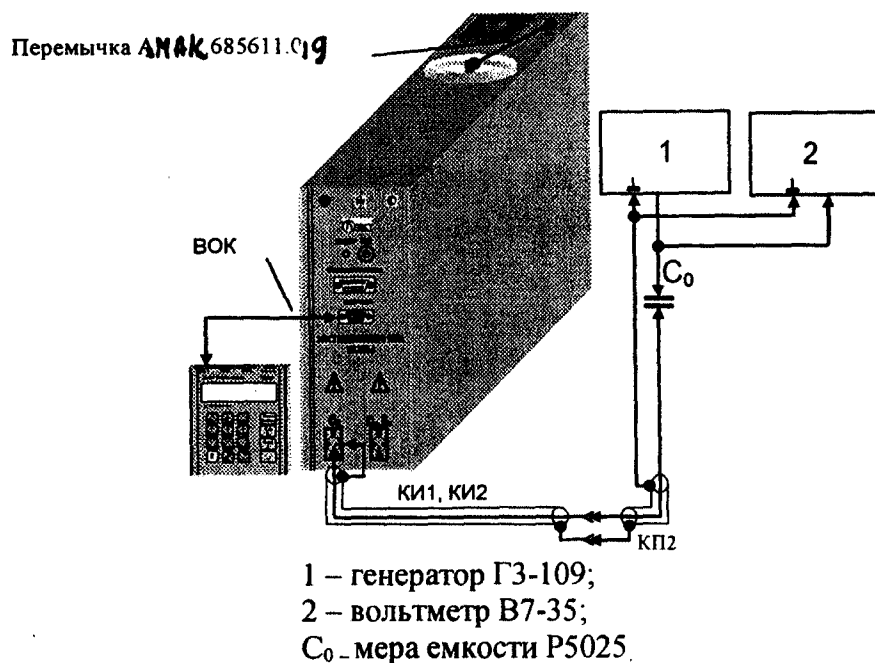


Рисунок 4.7.

4.9.3 Установить на выходе генератора ГЗ-109 рабочее напряжение, равное ≈ 10 В, как показано для 1-ого измерения.

4.9.4 Измерить рабочее напряжение мостом (раздел 6.1.3 РЭ, п.1), одновременно измеряя его значение вольтметром. Результаты измерений рабочего напряжения вольтметром $U_{\text{раб.В}}$ и мостом $U_{\text{раб.М}}$ занести в соответствующие ячейки таблицы по форме, приведенной в таблице 4.11.

Таблица 4.11

№ измерения	$U_{\text{раб.В}}$ В	$U_{\text{раб.М}}$ В	$U_{\text{раб.М}}$ В	$\delta_{\text{ИРН}}$ %
1	≈ 10			
2	≈ 20			
3	≈ 30			
4	≈ 40			
5	≈ 50			
6	≈ 60			
7	≈ 70			
8	≈ 80			
9	≈ 90			
10	≈ 100			

4.9.5 Рассчитать и относительную погрешность при измерении рабочего напряжения, в процентах, по формуле

$$\delta_{\text{ИРН}} = \frac{U_{\text{раб.М}} - U_{\text{раб.В}}}{U_{\text{раб.В}}} \times 100 \quad (31)$$

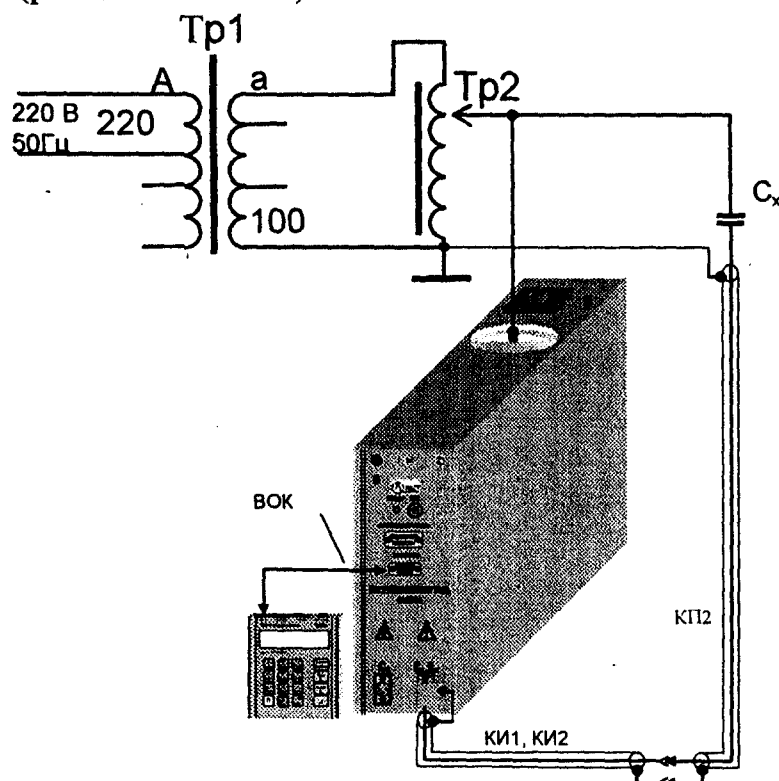
Результат операции поверки считать положительным, если все значения ΔF находятся в пределах, указанных в п.2.4.13 РЭ.

4.11 Определение относительной погрешности при измерении емкости с использованием встроенного эталонного конденсатора

4.11.1 Собрать схему измерения, приведенную на рисунке 4.9, подключив меру емкости P597 с номинальным значением емкости 1000 пФ в качестве объекта измерения C_x . Отсоединить перемычку, АМАК.685611.019, закорачивающую корпусной зажим и высоковольтный вывод встроенного эталонного конденсатора Моста

4.11.2 Включить режим измерения C и $\text{tg} \delta$ при использовании встроенного конденсатора (раздел 6.1 РЭ).

4.11.3 Включить режим накопления результатов. Установить число усредняемых измерений $N=5$, рабочее напряжение $U_x=(100 \pm 5) \text{ В}$, и провести измерения C и $\text{tg} \delta$ (раздел 6.1.5 РЭ).



Tr1 - универсальный трансформатор напряжения УТН-1;

Tr2 - лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2;

C_x - мера емкости P597 или P5050

Рисунок 4.9

4.11.4 Рассчитать относительную погрешность измерения, в процентах, при измерении емкости с использованием встроенного эталонного конденсатора по формуле

$$\delta_{\text{СВК}} = \frac{C_{\text{хи}} - C_{\text{хп}}}{C_{\text{хп}}} \times 100, \quad (33)$$

где $C_{\text{хи}}$ - измеренное значение емкости, в пФ;

$C_{\text{хп}}$ - значение емкости конденсатора, используемого в качестве объекта измерения, указанное в паспорте меры емкости, в пФ.

Результат операции поверки считать положительным, если полученное значение $\delta_{\text{СВК}}$ не превышает пределы, указанные в п.2.4.2 РЭ.

4.12 Определение абсолютной погрешности при измерении $\text{tg } \delta_x$ с использованием встроенного эталонного конденсатора

4.12.1 Собрать схему измерения по рис. 4.9, подключив меру емкости Р5050 с номинальным значением емкости 1000 пФ в качестве объекта измерения C_x .

4.12.2 Включить режим измерения со встроенным конденсатором в качестве эталонного и произвести измерение (раздел 6.2, п.п.1-2 РЭ).

Результат операции поверки считать положительным, если полученное значение $\text{tg } \delta_x$ не превышает пределы, указанные в п.2.4.4.РЭ (для расчета пределов допускаемой погрешности использовать коэффициент $a = 1 \cdot 10^{-4}$).

5 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1 При положительном результате поверки выдается свидетельство о поверке, а также производится запись в таблицу раздела 6.4.5 Паспорта Моста, АМАК.4111213.003ПС.

5.2 В случае отрицательного результата поверки ранее выданное свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности, а также производится соответствующая запись в таблицу раздела 6.4.5 Паспорта Моста, АМАК.4111213.003ПС.

5.3 После ремонта Мост должен быть представлен на повторную поверку.