

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Мосты переменного тока высоковольтные автоматические СА7100М1, СА7100М1.1

### Назначение средства измерений

Мосты переменного тока высоковольтные автоматические СА7100М1, СА7100М1.1 (далее – мосты) предназначены для измерений электрической емкости и тангенса угла потерь, в том числе тангенса угла диэлектрических потерь.

### Описание средства измерений

Принцип действия мостов основан на использовании мостовой измерительной цепи с электромагнитным компаратором тока в сочетании с вариационным методом измерений. Процесс измерений автоматизирован.

Мостовая цепь образуется из эталонного и измеряемого конденсаторов (или другого объекта измерений), и трансформаторного компаратора токов. Токи от эталонного и измеряемого конденсаторов протекают встречно через обмотки компаратора токов, содержащего дополнительную обмотку для выделения сигнала неравновесия. Сигнал усиливается, разделяется на квадратурные составляющие и после преобразований поступает в цепи управления узлами измерительного блока. Уравновешивание мостовой цепи осуществляется переключением витков обмоток компаратора токов. В мосте используется вариационный метод измерения, предусматривающий изменение (вариацию) отношения токов на известное с необходимой точностью значение. Разность значений измеряемой величины до и после вариации используется в качестве калибровочного сигнала. Вычисления, необходимые для получения результата, осуществляет персональный компьютер. Расширение верхней границы диапазона измерений емкости на два порядка величины производится с помощью расширителя диапазона, представляющего собой двухступенчатый трансформатор тока.

Конструктивно мосты выполняются в виде двух блоков: измерительного и расширителя диапазона СА7150. В комплект мостов может быть включен в виде автономной части эталонный высоковольтный измерительный конденсатор.

Мосты СА7100М1 и СА7100М1.1 имеют одинаковые метрологические характеристики и различаются конструктивным выполнением блока измерительного. Кроме того, мосты СА7100М1 могут содержать в составе комплекта эталонный конденсатор. Мосты СА7100М1.1 такой конденсатор не содержат. В состав мостов включен также ноутбук.

Мосты применяются для измерения тангенса угла диэлектрических потерь кабелей и проводов в соответствии с ГОСТ 12179-76. Мосты могут применяться в качестве эталонов емкости и тангенса угла потерь при частоте 50 Гц в соответствии с государственными поверочными схемами ГОСТ 8.371-80 и ГОСТ 8.019-85.

Общий вид мостов представлен на рисунках 1 и 2.

Обозначение места нанесения знака поверки представлено на рисунке 3.



Рисунок 1 – Общий вид моста СА7100М1 с расширителем диапазона СА7150, эталонным конденсатором и ноутбуком



Рисунок 2 – Общий вид моста СА7100М1.1 с расширителем диапазона СА7150 и ноутбуком

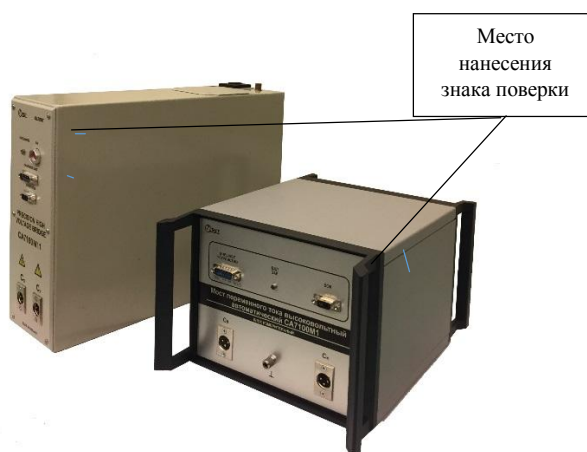


Рисунок 3 – Обозначение места нанесения знака поверки

### Программное обеспечение

Мосты имеют встроенное и автономное программное обеспечение. Встроенное программное обеспечение представляет собой микропрограмму, предназначенную для обеспечения нормального функционирования прибора. Автономное программное обеспечение, устанавливаемое на компьютер, позволяет управлять процессом измерений, а также сохранять их результаты в памяти компьютера.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1. Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений: для встроенного - «средний», для автономного – «средний».

Таблица 1- Характеристики программного обеспечения

| Наименование программного обеспечения | Идентификационное наименование программного обеспечения | Номер версии (идентификационный номер) |
|---------------------------------------|---|--|
| Встроенное                            | hv.hex  | v.18 и выше                            |
| Внешнее                               | install-CA7100M1-0.XX                                   | Версия 0.53 и выше                     |

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

| Наименование характеристики   | Значение  |
|---|---|
| Без использования расширителя диапазона CA7150                              |   |
| Диапазон измерений емкости, пФ  | От 0 до $1000 \cdot C_0^*$  |
| Поддиапазоны измерений емкости, пФ  | $0,01 \leq C_X/C_0 \leq 0,1$<br>$0,1 \leq C_X/C_0 \leq 100$<br>$100 \leq C_X/C_0 \leq 1000$ |
| С использованием расширителя диапазона CA7150                               |   |
| Диапазон измерений емкости, пФ  | От 1000 до $100000 \cdot C_0$   |
| Поддиапазоны измерений емкости, пФ  | $1000 \leq C_X/C_0 \leq 10000$<br>$10000 \leq C_X/C_0 \leq 100000$                          |
| Номинальное значение емкости эталонного конденсатора (автономная часть), пФ | от 10 до 10000  |

Продолжение таблицы 2

| Наименование характеристики   | Значение   |
|---|--|
| Диапазон измерений тангенса угла потерь   | от 0 до 1,1  |
| <p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности моста при измерении емкости, %, без учета погрешности эталонного конденсатора, в поддиапазонах:</p> <p><math>0,01 \leq C_X/C_0 \leq 0,1</math><br/> <math>0,1 \leq C_X/C_0 \leq 100</math><br/> <math>100 \leq C_X/C_0 \leq 1000</math></p> <p>при использовании расширителя диапазона СА7150, в поддиапазонах:</p> <p><math>1000 \leq C_X/C_0 \leq 10000</math><br/> <math>10000 \leq C_X/C_0 \leq 100000</math></p>     | $\pm[2 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-4} \cdot (C_0/C_X - 10) +  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]^*$ $\pm[1 \cdot 10^{-3} +  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ $\pm[2 \cdot 10^{-3} +  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$<br>$\pm[5 \cdot 10^{-3} +  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ $\pm[5 \cdot 10^{-3} +  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$   |
| <p>Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении тангенса угла потерь без учета погрешности эталонного конденсатора в поддиапазонах:</p> <p><math>0,01 \leq C_X/C_0 \leq 0,1</math><br/> <math>0,1 \leq C_X/C_0 \leq 100</math><br/> <math>100 \leq C_X/C_0 \leq 1000</math></p> <p>при использовании расширителя диапазона СА7150, в поддиапазонах:</p> <p><math>1000 \leq C_X/C_0 \leq 10000</math><br/> <math>10000 \leq C_X/C_0 \leq 100000</math></p>      | $\pm[2 \cdot 10^{-5} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot (C_0/C_X - 10) + 0,005 \cdot  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ $\pm[1 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ $\pm[2 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$<br>$\pm[5 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ $\pm[5 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ |
| <p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности моста при измерении емкости, %, с учетом погрешности эталонного конденсатора, в поддиапазонах:</p> <p><math>0,01 \leq C_X/C_0 \leq 0,1</math><br/> <math>0,1 \leq C_X/C_0 \leq 100</math><br/> <math>100 \leq C_X/C_0 \leq 1000</math></p> <p>при использовании расширителя диапазона СА7150 в поддиапазонах:</p> <p><math>1000 \leq C_X/C_0 \leq 10000</math><br/> <math>10000 \leq C_X/C_0 \leq 100000</math></p>       | $\pm[5 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-4} \cdot (C_0/C_X - 10) +  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ $\pm[4 \cdot 10^{-3} +  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ $\pm[5 \cdot 10^{-3} +  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$<br>$\pm[8 \cdot 10^{-3} +  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ $\pm[8 \cdot 10^{-3} +  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$   |
| <p>Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности моста при измерении тангенса угла потерь с учетом погрешности эталонного конденсатора, в поддиапазонах:</p> <p><math>0,01 \leq C_X/C_0 \leq 0,1</math><br/> <math>0,1 \leq C_X/C_0 \leq 100</math><br/> <math>100 \leq C_X/C_0 \leq 1000</math></p> <p>при использовании расширителя диапазона СА7150 в поддиапазонах:</p> <p><math>1000 \leq C_X/C_0 \leq 10000</math><br/> <math>10000 \leq C_X/C_0 \leq 100000</math></p> | $\pm[5 \cdot 10^{-5} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot (C_0/C_X - 10) + 0,005 \cdot  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ $\pm[4 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ $\pm[5 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$<br>$\pm[8 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ $\pm[8 \cdot 10^{-5} + 0,005 \cdot  \operatorname{tg} \delta_X - \operatorname{tg} \delta_0 ]$ |

Продолжение таблицы 2

| Наименование характеристики   | Значение   |
|---|--|
| Пределы допускаемых дополнительных погрешностей при измерениях емкости и тангенса угла потерь, вызванных изменением температуры окружающего воздуха от границ температурного диапазона (20±5) °С до границ рабочего диапазона температур, на каждые 10 °С | Равны пределам основных погрешностей измерения емкости и тангенса угла потерь соответственно |
| Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении рабочего напряжения, %   | ±1,0   |
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении частоты рабочего напряжения, Гц   | ±0,1   |
| Нормальные условия эксплуатации:<br>температура окружающего воздуха, °С<br>относительная влажность<br><br>атмосферное давление, кПа   | от 15 до 25<br>до 80 % при температуре +25 °С без конденсации влаги<br>от 96 до 104          |
| Примечание: * $C_0$ и $\text{tg}\delta_0$ - номинальное значение емкости, пФ, и тангенс угла потерь эталонного конденсатора.  |  |

Таблица 3 – Основные технические характеристики

| Наименование характеристики  | Значение   |
|--|--|
| Диапазон допустимых значений силы тока в цепи эталонного конденсатора  | от 10 мкА до 10 мА   |
| Диапазон допустимых значений силы тока в цепи измеряемого объекта, А   | от 0 до 0,5  |
| Диапазон допустимых значений силы тока в цепи измеряемого объекта при использовании расширителя диапазона СА7150, А      | от 0,03 до 50  |
| Диапазон допустимых значений частоты рабочего напряжения, Гц   | от 49 до 51  |
| Диапазон измерений рабочего напряжения, приложенного к эталонному конденсатору   | от $U_{\min} = I_{C_0 \min} / 2\pi f_p C_0$ до $U_{\max} = I_{C_0 \max} / 2\pi f_p C_0$ , *<br>но не более, чем максимально допустимое значение напряжения эталонного конденсатора; $C_0$ - емкость, Ф |
| Условия эксплуатации:<br>температура окружающего воздуха, °С<br>относительная влажность<br><br>атмосферное давление, кПа | от 0 до 40<br>до 80 % при температуре +25 °С без конденсации влаги<br>от 96 до 104   |
| Показатели питания моста   | 6 В, 12 А·ч (встроенный аккумулятор)   |
| Время работы от полностью заряженного аккумулятора, ч, не менее  | 40   |
| Наработка на отказ, ч, не менее  | 9000   |
| Средний срок службы, лет   | 10   |

Продолжение таблицы 3

| Наименование характеристики   | Значение      |
|---|---------------|
| Габаритные размеры составных частей моста (Д´Ш´В), мм, не более:  |               |
| блок измерительный<br>СА7100М1  | 250´ 185´ 350 |
| СА7100М1.1  | 270´ 360´ 415 |
| конденсатор измерительный<br>высоковольтный   | 2600´ 1200 ** |
| расширитель СА7150  | 130´ 200´ 200 |
| блок сопряжения   | 70´ 60´ 35    |
| устройство зарядное   | 80´ 80´ 130   |
| Масса составных частей моста, кг, не более:   |               |
| блок измерительный<br>СА7100М1  | 10            |
| СА7100М1.1  | 16            |
| конденсатор измерительный<br>высоковольтный   | 400 **        |
| расширитель СА7150  | 4             |
| блок сопряжения   | 0,2           |
| устройство зарядное   | 0,5           |
| Примечания: * $I_{Co\ min}$ и $I_{Co\ max}$ – минимальное и максимальное значения тока эталонного конденсатора; $f_p$ – частота рабочего напряжения, Гц;<br>** Габаритные размеры и масса конденсатора измерительного высоковольтного зависят от номинального значения емкости и максимального рабочего напряжения. |               |

### Знак утверждения типа

наносится на титульных листах эксплуатационной документации печатным способом и на переднюю панель блока измерительного фотохимическим способом.

### Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность мостов СА7100М1и СА7100М1.1

| Наименование                             | Обозначение       | Количество |
|--|-------------------|------------|
| Блок измерительный СА7100М1              | АМАК.411722.015   | 1 шт.*     |
| Блок измерительный СА7100М1.1            | АМАК.411722.023   | 1 шт.*     |
| Расширитель диапазона СА7150             | АМАК.411521.001   | 1 шт.      |
| Ноутбук                                  | Покупное изделие  | 1 шт.      |
| Конденсатор измерительный высоковольтный | По заказу         | 1 шт.      |
| Устройство зарядное                      | АМАК.436112.002   | 1 шт.      |
| Блок сопряжения                          | АМАК.426477.003   | 1 шт.      |
| Кабель измерительный КИ1                 | АМАК.685611.030   | 2 шт.      |
| Кабель измерительный КИ2                 | АМАК. 685651.010  | 2 шт.      |
| Кабель измерительный КИ3                 | АМАК.685651.042   | 2 шт.      |
| Кабель измерительный КИ4                 | АМАК. 685611.050  | 1 шт.      |
| Кабель волокно-оптический ВОК            | АМАК.468615.002   | 1 шт.      |
| Кабель измерительный КИ6 СА7150          | АМАК.685692.001   | 1 шт.      |
| Кабель высоковольтный КВ6 СА7150         | АМАК.685651.007   | 1 шт.      |
| Кабель питания КП СА7150                 | АМАК.685612.004   | 1 шт.      |
| Диск «Программное обеспечение СА7100М1»  | АМАК.411213.007 К | 1 шт.      |

Продолжение таблицы 4

| Наименование   | Обозначение         | Количество |
|--|---------------------|------------|
| Сумка СА7100М1 БИ  | АМАК. 323382.052    | 1 шт.      |
| Сумка СА7100М1.1 БИ  | АМАК.323382.033     | 1 шт.      |
| Сумка СА7100М1 Аксессуары  | АМАК. 323382.053    | 1 шт.      |
| Сумка СА7150   | АМАК.323382.057     | 1 шт.      |
| Сумка СА7150 Аксессуары  | АМАК.323382.058     | 1 шт.      |
| Руководство по эксплуатации  | АМАК.411213.007 РЭ  | 1 экз.     |
| Паспорт  | АМАК. 411213.007 ПС | 1 экз.     |
| Методика поверки   | МП 2202-0077-2019   | 1 экз.     |
| *Примечание. В комплект поставки включается один из двух Блоков измерительных. |                     |            |

### Поверка

осуществляется по документу МП 2202-0077-2019 «ГСИ. Мосты переменного тока высоковольтные автоматические СА7100М1, СА7100М1.1. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 14.05.2019 г.

Основные средства поверки:

Государственный вторичный эталон - эталон сравнения единицы угла потерь (тангенса угла потерь) в диапазоне  $1 \cdot 10^{-4} \dots 0,1$  при напряжении до 10 кВ;  $C=1$  нФ, доверительная погрешность ( $P=0,95$ ): по  $C$  0,001-0,01 %, по  $\operatorname{tg} \delta$   $(1-12) \cdot 10^{-5}$ ;

Государственный вторичный эталон единицы угла потерь (тангенса угла потерь) в диапазоне значений от  $1 \cdot 10^{-5}$  до 1 при емкости от 1 пФ до 10 мкФ и частотах от 50 Гц до 1 МГц; доверительная погрешность ( $P=0,95$ ): по  $C$  0,001-0,01 %, по  $\operatorname{tg} \delta$   $(1-10) \cdot 10^{-5}$ ;

Конденсаторы измерительные высоковольтные КИВ-10 и КИВ-110,  $C=100$  и  $50$  пФ, напряжение 10 и 64 кВ; погрешность: по  $C \pm 0,002$  %, по  $\operatorname{tg} \delta \pm 2 \cdot 10^{-5}$ .

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки в виде наклейки наносится на боковую поверхность корпуса блока измерительного (место нанесения указано на рисунке 3) или на свидетельство о поверке.

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к мостам переменного тока высоковольтным автоматическим СА7100М1, СА7100М1.1

ГОСТ 8.019-85 ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений тангенса угла потерь

ГОСТ 8.371-80 ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости

ГОСТ 12179-76 Кабели и провода. Метод определения тангенса угла диэлектрических потерь

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ТР ТС 004/ 2011 О безопасности низковольтного оборудования

ТР ТС 020/ 2011 Электромагнитная совместимость технических средств

Техническая документация изготовителя ООО "ОЛТЕСТ", г. Киев

### Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «ОЛТЕСТ» (ООО «ОЛТЕСТ»), Украина

Адрес: 03056, Украина, г. Киев, пр. Победы, 37/1, кв. 11

Телефон: (+380 44) 331-46-21

Web-сайт: [www.oltest.com.ua](http://www.oltest.com.ua)

E-mail: [info@oltest.ua](mailto:info@oltest.ua)

**Заявитель**

Общество с ограниченной ответственностью «ОЛТЕСТ» (ООО «ОЛТЕСТ»)  
ИНН 7705559778  
Адрес: 119334, г. Москва, Донской проезд, д. 15, стр.11, к. 264  
Телефон: +7 (499) 322-86-43  
E-mail: [info@oltest.ua](mailto:info@oltest.ua)

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19  
Телефон: +7 (812) 251-76-01  
Факс: +7 (812) 713-01-14  
Web-сайт: [www.vniim.ru](http://www.vniim.ru)  
E-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)  
Регистрационный номер RA.RU.311541 в Реестре аккредитованных лиц в области обеспечения единства измерений Росаккредитации.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.