



**МОСТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ
АВТОМАТИЧЕСКИЕ
СА7100**

**МОСТИ ЗМІННОГО СТРУМУ ВИСОКОВОЛЬТНІ
АВТОМАТИЧНІ
СА7100**

**Руководство по эксплуатации
Часть 1. Техническая эксплуатация
АМАК.411210.001 РЭ**

Киев

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	7
1.1 Назначение	7
1.2 Область и условия применения	7
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	8
2.1 Измеряемые величины	8
2.2 Диапазоны и время измерений	8
2.3 Характеристики эталонного конденсатора	10
2.4 Допустимые напряжения и токи при измерениях	10
2.5 Погрешности измерений	10
2.6 Конструктивные характеристики и питание	12
3 КОМПЛЕКТНОСТЬ	14
4 УКАЗАНИЯ ПО МЕРАМ БЕЗОПАСНОСТИ	18
5 УСТРОЙСТВО МОСТА	19
5.1 Основные составные части Моста и выполняемые ими функции	19
5.2 Дополнительные устройства	22
5.3 Конструкция Моста	23
6 ПОДГОТОВКА МОСТА К РАБОТЕ	26
6.1 Подготовка Моста к работе и включение питания	26
6.2 Заряд аккумулятора	29
6.3 Ввод даты и времени	32
6.4 Выбор формата отображения $\text{tg}\delta$	33
7 РАБОТА С МОСТОМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ БУ	34
7.1 Измерение C и $\text{tg}\delta$ объекта при использовании встроенного эталонного конденсатора	34
7.1.1 Подключение оборудования для проведения измерений C и $\text{tg}\delta$	34
7.1.2 Включение Моста	35
7.1.3 Измерение C и $\text{tg}\delta$ при отсутствии токов влияния	35
7.1.4 Измерение C и $\text{tg}\delta$ при отсутствии токов влияния в режиме накопления результатов	37
7.1.5 Измерение C и $\text{tg}\delta$ при наличии токов влияния (режим смены фазы)	39
7.2 Измерение C и $\text{tg}\delta$ объекта при использовании внешнего эталонного конденсатора	44
7.2.1 Подключение оборудования для проведения измерений	44
7.2.2 Ввод параметров внешнего эталонного конденсатора	45

7.2.3 Порядок работы с внешним эталонным конденсатором	46
7.3 Измерение C и $\text{tg}\delta$ при использовании ИПРН	47
7.3.1 Подключение оборудования и включение ИПРН	48
7.3.2 Измерение C и $\text{tg}\delta$ при отсутствии токов влияния	49
7.3.3 Измерение C и $\text{tg}\delta$ при наличии токов влияния (режим смены фазы)	51
7.4 Порядок работы при использовании Расширителя диапазона CA7150	55
7.4.1 Подготовка к работе	55
7.4.2 Включение Расширителя CA7150	57
7.4.3 Выключение Расширителя CA7150	59
7.5 Измерение R объекта	60
7.5.1 Подключение оборудования для проведения измерения	61
7.5.2 Включение Моста	61
7.5.3 Измерение R	61
7.5.4 Измерение R с расчетом коэффициента абсорбции K_a	63
7.6 Автоматическое коммутирование режимов измерений " C , $\text{tg}\delta$ " ↔ " R " в измерительной цепи Моста и схем измерений (Коммутатор CA7161)	66
7.6.1 Подготовка к работе	67
7.6.2 Включение Коммутатора CA7161	68
7.6.3 Переключение схемы измерения	70
7.6.4 Выключение Коммутатора CA7161	71
7.7 Измерение C , $\text{tg}\delta$ и R при использовании Моста в составе передвижной лаборатории.	73
7.7.1 Установка Моста в состав передвижной лаборатории	76
7.7.2 Подключение к объекту измерений	76
7.7.3 Включение Моста	77
7.7.4 Порядок работы	77
7.7.5 Использование Моста в виде передвижной установки	78
7.7.6 Монтаж и подключение оборудования	78
7.8 Дополнительные функции	80
7.8.1 Режим сохранения результатов	80
7.8.2 Установка поддиапазона (п/д) измерений при поверке (калибровке) Моста	83
7.8.3 Измерение параметров объекта под рабочим напряжением (в процессе эксплуатации)	84
7.8.4 Тестирование Моста	84
7.8.5 Применение "горячих" клавиш при работе Моста с БУ	93
7.9 Завершение работы с Мостом при управлении от БУ	94
7.9.1 Автоматическое отключение Моста	94
7.9.2 Отключение Моста вручную	94

8 РАБОТА С МОСТОМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА.....	95
8.1 Установка программного обеспечения Моста на ПК	95
8.1.1 Установка программы "CA7100. Измерение C, tgδ, R".....	96
8.1.2 Установка программы "CA7100. Чтение архива"	100
8.2 Измерение C и tgδ при использовании встроенного эталонного конденсатора	102
8.2.1 Подключение Моста к ПК и подготовка к работе	102
8.2.2 Измерение C и tgδ при отсутствии токов влияния	104
8.2.3 Измерение C и tgδ при наличии токов влияния (режим смены фазы).....	104
8.2.4 Измерение C и tgδ в режиме накопления результатов .	106
8.3 Измерение C и tgδ при использовании внешнего эталонного конденсатора	107
8.3.1 Подготовка к работе	107
8.3.2 Ввод параметров внешнего эталонного конденсатора .	107
8.3.3 Порядок работы	107
Выполняется, в соответствии с указаниями разделов 8.2.2 - 8.2.4. 107	
8.4 Измерение C и tgδ при использовании источника переменного рабочего напряжения (ИПРН).....	107
8.4.1 Подключение оборудования и включение ИПРН	107
8.4.2 Измерение C и tgδ при отсутствии токов влияния	107
8.4.3 Измерение C и tgδ при наличии токов влияния (режим смены фазы).....	108
Смена фазы и установка рабочего напряжения при измерении C и tgδ в режиме смены фазы при использовании ИПРН выполняются автоматически.	108
8.5 Измерение R объекта	109
8.5.1 Подключение Моста к ПК и подготовка к работе	109
8.5.2 Измерение R.....	109
8.5.3 Измерение R с расчетом коэффициента абсорбции Ka	109
8.6 Дополнительные функции при работе Моста с ПК.....	110
8.6.1 Режим сохранения результатов	110
8.7 Применение "горячих" клавиш при работе Моста с ПК.....	111
8.8 Завершение работы с Мостом при управлении от ПК	113
8.8.1 Автоматическое отключение Моста	113
8.8.2 Отключение Моста вручную.....	113
9 АВТОНОМНАЯ РАБОТА С БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ.....	113
9.1 Просмотр результатов измерений, сохраненных в памяти БУ	113

9.2 Считывание результатов измерений, сохраненных в памяти БУ, в память ПК.....	116
10 ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	118
11 ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	131
12 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	131
12.1 Поддержание работоспособности и исправности Моста	131
12.2 Замена аккумулятора	131
12.3 Ремонт измерительных кабелей	132
12.4 Замена предохранителей	132
13 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ	132

ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИЗМЕРЕНИЙ, КАК В ПОЛЕВЫХ, ТАК И В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ:

–БЛОК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОСТА ДОЛЖЕН УСТАНОВЛИВАТЬСЯ НА ИЗОЛЯЦИОННОМ ОСНОВАНИИ В ОГРАЖДЕННОЙ ЗОНЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИСПЫТАНИЙ;

–ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОСТА В ПЕРЕДВИЖНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПИТАНИЕ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ СЛЕДУЕТ ОСУЩЕСТВЛЯТЬ ОТ БОРТОВОЙ СЕТИ АВТОМОБИЛЯ НАПРЯЖЕНИЕМ +12 В;

–РАБОЧЕЕ МЕСТО ОПЕРАТОРА ДОЛЖНО РАСПОЛАГАТЬСЯ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ОГРАЖДЕННОЙ ЗОНЫ;

– ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВСТРОЕННОГО ЭТАЛОННОГО КОНДЕНСАТОРА ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОВЫШАТЬ ЗНАЧЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ, ПРИКЛАДЫВАЕМОГО К НЕМУ, ВЫШЕ 10 кВ;

–ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВНЕШНЕГО ЭТАЛОННОГО КОНДЕНСАТОРА, ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ВЫВОД ВСТРОЕННОГО ЭТАЛОННОГО КОНДЕНСАТОРА НЕОБХОДИМО СОЕДИНИТЬ С КОРПУСОМ БЛОКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО;

–ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИЗМЕРЕНИЙ КАБЕЛЬ ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА ДОЛЖЕН БЫТЬ ОТКЛЮЧЕН ОТ РАЗЪЕМА "ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО" БЛОКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО;

–КОРПУС БЛОКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО МОСТА И ПОДКЛЮЧЕННЫЕ К НЕМУ ЭЛЕМЕНТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СХЕМЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОГУТ НАХОДИТЬСЯ ПОД ОПАСНЫМ ДЛЯ ЖИЗНИ НАПРЯЖЕНИЕМ, ПОЭТОМУ ПРИКАСАНИЕ К НИМ ПОСЛЕ ПОДАЧИ РАБОЧЕГО НАПРЯЖЕНИЯ ДОЛЖНО БЫТЬ ПОЛНОСТЬЮ ИСКЛЮЧЕНО;

–ВЫКЛЮЧЕНИЕ БЛОКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО МОСТА МОЖЕТ ОСУЩЕСТВЛЯТЬСЯ: АВТОМАТИЧЕСКИ ЧЕРЕЗ 25 МИНУТ ПОСЛЕ ПОСЛЕДНЕГО ОБРАЩЕНИЯ К НЕМУ; ВРУЧНУЮ ПРИ ВЫКЛЮЧЕНИИ МОСТА С КЛАВИАТУРЫ БУ; ВРУЧНУЮ ЧЕРЕЗ ОСНОВНОЕ ДИАЛОГОВОЕ ОКНО ПРОГРАММЫ ПРИ УПРАВЛЕНИИ МОСТА ОТ ПК;

–РАДИУС ИЗГИБА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ ДОЛЖЕН БЫТЬ НЕ МЕНЕЕ 5 см;

–ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОСТА В СОСТАВЕ ПЕРЕДВИЖНОЙ ЛАБОРАТОРИИ БЛОК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ДОЛЖЕН БЫТЬ УСТАНОВЛЕН В СУМКЕ УКЛАДОЧНОЙ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ АМОРТИЗАЦИИ;

–В РЕЖИМЕ ИЗМЕРЕНИЯ С И $\text{tg}\delta$ **ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ВЫВОД МОДУЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ R** (рисунок 5.2, поз.7) ДОЛЖЕН БЫТЬ ОТКЛЮЧЕН ОТ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СХЕМЫ, ЕСЛИ В НЕЙ НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ КОММУТАТОР РЕЖИМОВ "С, $\text{tg}\delta$ " ↔ "R";

–ПРИ КОММУТАЦИИ СХЕМ И РЕЖИМОВ ИЗМЕРЕНИЙ ВСЕ КАБЕЛИ, ПОДКЛЮЧЕННЫЕ К ОБЪЕКТУ, ДОЛЖНЫ БЫТЬ НАДЕЖНО ЗАЗЕМЛЕННЫ;

–ВСЕ ИЗМЕРЕНИЯ С И $\text{tg}\delta$ РЕКОМЕНДУЕТСЯ ПРОВОДИТЬ В РЕЖИМЕ НАКОПЛЕНИЯ;

–ЗАРЯД АККУМУЛЯТОРА ДОЛЖЕН ОСУЩЕСТВЛЯТЬСЯ ПО МЕРЕ ЕГО РАЗРЯДА, НО НЕ РЕЖЕ ЧЕМ 1 РАЗ В 6 МЕСЯЦЕВ.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

Почтовый адрес: Украина, 04128, г. Киев, а/я 33, ООО "ОЛТЕСТ"

Юридический адрес: Украина, 03056, г. Киев, пр. Победы, 37/1, кв. 11, ООО "ОЛТЕСТ"

E-mail: info@oltest.ua

Web-адрес: www.oltest.com.ua

Тел.: 380-44-537-08-01, 380-44-331-46-21

Руководство по эксплуатации мостов переменного тока высоковольтных автоматических CA7100... (далее – Мосты, Мост) состоит из двух частей.

Первая часть руководства по эксплуатации (далее – РЭ) содержит сведения, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации Мостов. Эти сведения включают информацию о назначении и области применения Мостов, их технических характеристиках, устройстве и принципе действия, подготовке Мостов к работе, порядке работы и техническому обслуживанию.

В Приложении к первой части РЭ, представляющем отдельный документ, приведены схемы подключения оборудования, рекомендуемые при проведении измерений с помощью Мостов.

Вторая часть РЭ содержит сведения по методам и средствам поверки Мостов.

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Назначение

1.1.1 Мосты предназначены для измерения электрической емкости (далее – емкости) и тангенса угла диэлектрических потерь (далее – тангенса угла потерь), сопротивления изоляции постоянному току (далее – сопротивления), электрического напряжения и частоты переменного тока.

1.1.2 Мосты выпускаются в трех исполнениях:

- CA7100-1 (без встроенного эталонного конденсатора);
- CA7100-2 (со встроенным эталонным конденсатром);
- CA7100-3 (со встроенным эталонным конденсатором и модулем мегаомметра).

1.2 Область и условия применения

1.2.1 Мосты применяются для контроля изоляции и измерения параметров электротехнического, электронного оборудования и их компонентов при производстве и эксплуатации, а также для проведения поверки, калибровки, метрологической аттестации и испытаний средств измерительной техники.

1.2.2 Мосты могут эксплуатироваться в производственных цехах, стационарных и передвижных лабораториях.

1.2.3 Мосты относятся к ремонтируемым и восстанавливаемым изделиям.

1.2.4 Нормальные условия применения Мостов:

- температура окружающего воздуха – от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха – до 80 % при температуре 25 °С;
- атмосферное давление – от 84 до 106 кПа.

1.2.5 Рабочие условия применения Мостов:

- температура окружающего воздуха – от минус 10 до плюс 40 °С;
- относительная влажность воздуха – до 80 % при температуре 25 °С;

- атмосферное давление – от 84 до 106 кПа.
- 1.2.6 Климатические условия при транспортировании Мостов:
 - температура окружающего воздуха – от минус 20 до плюс 50 °С;
 - относительная влажность – 80 % при температуре 35°С.
- 1.2.7 Климатические условия при хранении Мостов:
 - температура окружающего воздуха – от минус 20 до плюс 50 °С;
 - относительная влажность – 80 % при температуре 35 °С.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Измеряемые величины

Мост одновременно автоматически измеряет:

- емкость C по двухэлементной параллельной схеме замещения и тангенс угла потерь $\text{tg}\delta$;
- рабочее напряжение (действующее значение первой гармоники);
- частоту рабочего напряжения;
- температуру окружающего воздуха¹.

CA7100...

Мост автоматически измеряет сопротивление R .

CA7100-3

2.2 Диапазоны и время измерений

2.2.1 Диапазон измерений емкости – от 0 до $10000 \cdot C_0$, где C_0 – номинальное значение емкости эталонного конденсатора, Φ , с разбивкой на пять поддиапазонов измерений (далее – п/д):

- 1 п/д – от 0 до C_0 ;
- 2 п/д – от C_0 до $10 \cdot C_0$;
- 3 п/д – от $10 \cdot C_0$ до $100 \cdot C_0$;
- 4 п/д – от $100 \cdot C_0$ до $1000 \cdot C_0$;
- 5 п/д – от $1000 \cdot C_0$ до $10000 \cdot C_0$.

CA7100...

2.2.2 Диапазон измерений емкости при наличии Расширителя диапазона CA7150 – от 0 до $1000000 \cdot C_0$, где C_0 – номинальное значение емкости эталонного конденсатора, Φ , при этом к 1-5 п/д добавляются следующие п/д измерений²:

- 6 п/д – от $10000 \cdot C_0$ до $100000 \cdot C_0$;
- 7 п/д – от $100000 \cdot C_0$ до $1000000 \cdot C_0$.

CA7100...
при
наличии
CA7150

¹ Характеристика канала измерения температуры, введенного для удобства пользователя, не регламентируется ТУ, не подлежит поверке и приводится для справки.

² Если при измерении емкости происходит превышение диапазона допустимых значений силы тока, протекающего через объект измерения (2.4.2, 2.4.3), то допускается проведение измерения на следующем п/д.

Назначение, область применения и характеристики	CA7100...
2.2.3 Диапазон измерений тангенса угла потерь – от 0 до 1.	CA7100...
2.2.4 Диапазоны измерений сопротивления изоляции: – от 0,15 МОм до 10 ГОм при номинальном напряжении 250 В и 500 В; – от 1 МОм до 50 ГОм Ом при номинальном напряжении 1000 В; – от 1,5 МОм до 1 ТОм при номинальном напряжении 2500 В.	CA7100-3
2.2.5 Диапазон измерений рабочего напряжения: – приложенного к встроенному эталонному конденсатору – от $U_{\text{MIN}} = I_{\text{CO MIN}} / (2\pi \cdot f \cdot C_0)$ до $U_{\text{MAX}} = 10 \text{ кВ}$, – приложенного к внешнему эталонному конденсатору – от $U_{\text{MIN}} = I_{\text{CO MIN}} / (2\pi \cdot f \cdot C_0)$ до $U_{\text{MAX}} = I_{\text{CO MAX}} / (2\pi \cdot f \cdot C_0)$, ³ где $I_{\text{CO MIN}}$ и $I_{\text{CO MAX}}$ – минимальное и максимальное значения силы тока встроенного или внешнего эталонного конденсатора в соответствии с 2.4.1, А; f – измеренное значение частоты рабочего напряжения, Гц; C_0 – номинальное значение емкости встроенного (внешнего) эталонного конденсатора, Ф.	CA7100...
2.2.6 Диапазон измерений частоты рабочего напряжения – от 49 до 51 Гц.	CA7100...
2.2.7 Диапазон установки переменного рабочего напряжения Источника переменного рабочего напряжения (далее – ИПРН) при подаче на объект измерения – от 1 до 10 кВ. Номинальная мощность нагрузки 1,5 кВ·А в течение 5 минут. Максимальная мощность нагрузки 3 кВ·А в течение 2 минут. Время установки переменного рабочего напряжения не более 20 с.	CA7100... при наличии ИПРН
2.2.9 Процесс измерения полностью автоматизирован, включая процедуру выбора поддиапазонов измерений. Полное время измерения C и $\text{tg}\delta$ – не более 14 с. При усреднении результатов время первого измерения C и $\text{tg}\delta$ – не более 14 с, а последующих – не более 7 с. Полное время измерения сопротивления R – не более 14 с.	CA7100...

³ Значение U_{MAX} не должно превышать допустимого значения рабочего напряжения эталонного конденсатора.

Назначение, область применения и характеристики	CA7100...
2.2.10 Предусмотрена возможность ручного выбора и фиксации п/д.	CA7100...
2.3 Характеристики эталонного конденсатора	
2.3.1 При измерениях Мостом CA7100-1 должен использоваться внешний эталонный конденсатор, а при измерениях Мостоми CA7100-2, CA7100-3 можно использовать, как внешний эталонный конденсатор, так и встроенный эталонный конденсатор.	
2.3.2 Действительное значение емкости встроенного эталонного конденсатора, установленного в данном Мосте CA7100-___, составляет _____ ±0,01 пФ. ⁴	
2.3.4 Номинальное значение емкости внешнего эталонного конденсатора, который предполагается использовать, должно находиться в диапазоне от 10 пФ до 10000 пФ. При использовании эталонного конденсатора с номинальным значением емкости, находящимся за пределом указанного диапазона значений, точность измерений будет понижена.	
2.4 Допустимые напряжения и токи при измерениях	
2.4.1 Диапазон допустимых значений силы тока, протекающего через эталонный конденсатор на вход C_0 Моста, – от 2 мкА до 10 мА.	
2.4.2 Диапазон допустимых значений силы тока, протекающего через объект измерения на вход C_x Моста, – от 0 до 0,5 А.	
2.4.3 При использовании Расширителя диапазона CA7150 максимальное значение силы тока в цепи объекта измерений составляет: – до 5 А для 6 п/д; – до 50 А для 7 п/д.	
2.4.4 Максимальное значение рабочего напряжения, подаваемого на встроенный эталонный конденсатор – не превышает 10 кВ.	
2.4.5 Максимальное значение рабочего напряжения при работе с внешним эталонным конденсатором определяется его характеристиками.	
2.4.6 Максимальное значение тока, отдаваемого в нагрузку, при измерении сопротивления не превышает 2 мА.	
2.5 Погрешности измерений	
2.5.1 Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении емкости при использовании внешнего эталонного конденсатора (без учета его погрешности), в процентах, определяются по	

⁴ Значение емкости встроенного эталонного конденсатора приведено для определения диапазонов измерений емкости и рабочего напряжения при работе со встроенным эталонным конденсатором.

формулам:

$$\delta_c = \pm \left[1 \cdot 10^{-2} + 1 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{C_{x\max}}{C_x} - 1 \right) + |\operatorname{tg}\delta_x| \right] - \text{для поддиапазонов 1-3, (1)}$$

$$\delta_c = \pm \left[2 \cdot 10^{-2} + 1 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{C_{x\max}}{C_x} - 1 \right) + |\operatorname{tg}\delta_x| \right] - \text{для поддиапазонов 4-7, (2)}$$

где $C_{x\max}$ – верхний предел поддиапазона измерений, пФ;

C_x – числовое значение результата измерения емкости, выраженное в пФ;

$\operatorname{tg}\delta_x$ – числовое значение результата измерения $\operatorname{tg}\delta$.

2.5.2 Пределы⁵ допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении $\operatorname{tg}\delta$ при использовании внешнего эталонного конденсатора (без учета его погрешности) определяются по формулам:

$$\Delta_{\operatorname{tg}\delta} = \pm(1 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-2} \cdot |\operatorname{tg}\delta_x| + 500 \cdot C_x) - \text{для поддиапазонов 1-3; (3)}$$

$$\Delta_{\operatorname{tg}\delta} = \pm(2 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-2} \cdot |\operatorname{tg}\delta_x| + 500 \cdot C_x) - \text{для поддиапазонов 4-5; (4)}$$

$$\Delta_{\operatorname{tg}\delta} = \pm(2 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-2} \cdot |\operatorname{tg}\delta_x|) - \text{для поддиапазонов 6-7, (5)}$$

где C_x – числовое значение результата измерения емкости, выраженное в Ф;

$\operatorname{tg}\delta_x$ – числовое значение результата измерения $\operatorname{tg}\delta$.

2.5.3 Пределы⁴ допускаемой основной относительной погрешности при измерении емкости при использовании встроенного эталонного конденсатора, в процентах, определяются по формуле

$$\delta_{c\text{ вк}} = \pm(0,05 + |\operatorname{tg}\delta_x|), \quad (6)$$

где $\operatorname{tg}\delta_x$ – числовое значение результата измерения $\operatorname{tg}\delta$.

2.5.4 Пределы⁴ допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении $\operatorname{tg}\delta$ при использовании встроенного эталонного конденсатора определяются по формулам

$$\Delta_{\operatorname{tg}\delta\text{ вк}} = \pm(1,5 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-2} \cdot |\operatorname{tg}\delta_x| + 500 \cdot C_x) - \text{для поддиапазонов 1-3, (7)}$$

$$\Delta_{\operatorname{tg}\delta\text{ вк}} = \pm(2,5 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-2} \cdot |\operatorname{tg}\delta_x| + 500 \cdot C_x) - \text{для поддиапазонов 4-5, (8)}$$

$$\Delta_{\operatorname{tg}\delta\text{ вк}} = \pm(2,5 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-2} \cdot |\operatorname{tg}\delta_x|) - \text{для поддиапазонов 6-7, (9)}$$

где C_x – числовое значение результата измерения емкости, выраженное в Ф;

$\operatorname{tg}\delta_x$ – числовое значение результата измерения $\operatorname{tg}\delta$.

2.5.5 Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении сопротивления составляют:

$$\delta_R = \pm 2,5 \% - \text{в диапазоне от } 150 \text{ кОм до } 100 \text{ ГОм;}$$

$$\delta_R = \pm 5 \% - \text{в диапазоне от } 100 \text{ ГОм до } 1 \text{ ТОм.}$$

2.5.6 Пределы допускаемой основной погрешности установки постоянного рабочего напряжения при измерении сопротивления $\delta_{UR} = \pm 2,5 \%$.

⁵ Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении $\operatorname{tg}\delta$ на 1 п/д нормируются в диапазоне от $0,1 \cdot C_0$ до C_0 , где C_0 – номинальное значение емкости эталонного конденсатора, Ф.

2.5.7 Пределы допускаемой дополнительной погрешности установки постоянного рабочего напряжения при измерении сопротивления, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от границ температурного диапазона от 15 до 25 °С на каждые 10 °С, равны пределам основной погрешности δ_{UR} , в процентах.

2.5.8 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей при измерениях емкости, в процентах, и тангенса угла потерь при использовании внешнего и встроенного эталонных конденсаторов, вызванных изменением температуры окружающего воздуха от границ температурного диапазона от 15 до 25 °С на каждые 10 °С, равны пределам основных погрешностей δ_c , $\Delta_{\operatorname{tg}\delta}$, $\delta_{c\text{ вк}}$ и $\Delta_{\operatorname{tg}\delta\text{ вк}}$, соответственно.

2.5.9 Пределы допускаемой дополнительной погрешности при измерении сопротивления, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от границ температурного диапазона от 15 до 25 °С на каждые 10 °С, равны пределам основной погрешности δ_R , в процентах.

2.5.10 Пределы допускаемой дополнительной погрешности при измерении сопротивления при воздействии на измерительный вход Моста (вход C_x , R_x) синусоидального тока промышленной частоты с действующим значением до 500 мкА δ_{R1} , в процентах, составляют ± 2 .

2.5.11 Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении рабочего напряжения δ_U , в процентах, составляют $\pm 1,5$.

2.5.12 Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении частоты рабочего напряжения составляют $\pm 0,1$ Гц.

2.5.13 Пределы допускаемой относительной погрешности установки переменного рабочего напряжения ИПРН в диапазоне от 1000 В до 10000 В δ_{UC} , в процентах, составляют ± 5 .

2.5.14 Метрологические характеристики Моста гарантируются только при использовании штатных измерительных кабелей, входящих в комплект Моста.

2.6 Конструктивные характеристики и питание

2.6.1 Блок управления Моста (далее – БУ) снабжен жидкокристаллическим индикатором (2 строки по 16 знакомест) и клавиатурой (16 кнопок).

2.6.2 Результаты измерений могут быть сохранены в энергонезависимой памяти Моста. Предусмотрена возможность просмотра сохраненных результатов.

2.6.3 Для расширения диалоговых возможностей Моста в комплект поставки может быть включено программное обеспечение для проведения измерений с помощью персонального компьютера.

2.6.4 Масса составных частей Моста составляет:

– Блока измерительного для моста CA7100-1 – 10, для Моста CA7100-2 – 14, Моста CA7100-3 – 16 кг;

– Расширителя диапазона CA7150 – 4 кг;

- БУ – 0,55 кг;
- Устройства тестирующего CA7135 – 1,2 кг;
- Коммутатора высоковольтного CA7161 – 6 кг;
- Устройства согласования автоматизированного CA7140 – 0,5 кг;
- Зарядного устройства – 0,5 кг;
- ИПРН – 41 кг;
- Тележки – 16 кг.

2.6.5 Габаритные размеры составных частей Моста:

- Блока измерительного – (122×300×415) мм;
- Расширителя диапазона CA7150 – (130×200×200) мм;
- БУ – (135×27×153) мм;
- Устройства тестирующего CA7135 – (140×190×55) мм;
- Коммутатора высоковольтного CA7161 – (340×270×95) мм;
- Устройства согласования автоматизированного CA7140 – (150×107×45) мм;
- Зарядного устройства – (80×80×130) мм;
- ИПРН – (450×280×380) мм;
- Тележки – (500×1200×700) мм.

2.6.6 По степени защиты от доступа к опасным частям, попадания внешних твердых предметов и проникновения воды корпуса составных частей Моста соответствуют IP20 по ГОСТ 14254.

2.6.7 Питание Блока измерительного и Коммутатора высоковольтного CA7161 осуществляется от аккумулятора с номинальным напряжением 6 В и номинальной емкостью 12 Ач, встроенного в Блок измерительный, а остальных составных частей Моста – от сети переменного напряжения (220±22) В частотой (50±1) Гц.

2.6.8 Сила тока, потребляемая Мостом от аккумулятора, составляет, не более:

- для CA7100-1, CA7100-2 – 90 мА,
- для CA7100-3 – 1,2 А.

2.6.9 Заряд аккумулятора осуществляется с помощью Зарядного устройства от сети переменного напряжения (220±22) В частотой (50±1) Гц или от бортовой сети 12 В.

2.6.10 Мощность, потребляемая Зарядным устройством от сети питания:

- в процессе заряда аккумулятора – не более 20 В·А;
- при питании БУ – не более 5 В·А.

2.6.11 Мощность, потребляемая от сети Устройством тестирующим, – не более 5 В·А.

2.6.12 Мост обеспечивает вывод сообщения о разряде аккумулятора на экран БУ в режиме измерения емкости при напряжении питания 5,8 В и в режиме измерения сопротивления (Мост CA7100-3) при напряжении питания 5,9 В.

2.6.13 В Мосте предусмотрено автоматическое отключение питания Блока измерительного при достижении значения напряжения аккумулятора (5,7±0,1) В.

2.6.14 Продолжительность работы Блока измерительного (исполнения CA7100-1, CA7100-2) от полностью заряженного аккумулятора составляет не менее 50 часов, а для исполнения CA7100-3 – не менее 25 часов.

2.6.15 Мощность, потребляемая ИПРН от сети питания, – не более 3,5 кВ·А.

3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплектность Моста CA7100-__ соответствует перечню, приведенному в следующей таблице

Наименование	Обозначение	Кол-во ⁶	Примечание
Мост переменного тока CA7100			
Блок измерительный CA7100-1	АМАК.411722.001		–
Блок измерительный CA7100-2	АМАК.411722.002		–
Блок измерительный CA7100-3	АМАК.411722.003		–
Блок управления БУ	АМАК.421451.002-01		–
Блок Зарядного устройства	АМАК.436112.002		–
Кабель переходной КП4 (для подключения БУ)	АМАК.685611.016		–
Кабель питания сетевой 220 В 50 Гц	Покупное изделие		–
Кабель питания от бортовой сети 12 В	АМАК.685611.018		–
Многозначная коммутируемая мера емкости МКМЕ	АМАК.411644.002		–

⁶ Неуказанное количество изделий, входящих в комплект поставки, определяется при заказе. Соответствующие записи должны быть сделаны четко черными чернилами: наличие – цифра, отсутствие – прочерк.

Назначение, область применения и характеристики

CA7100...

Наименование	Обозначение	Кол-во ⁶	Примечание
Устройство тестирующее CA7135	АМАК.411644.001		–
Блок сопряжения	АМАК.411619.003-01		–
Резистор, 150 кОм	АМАК.411642.004		–
Резистор, 1,5 МОм	АМАК.411642.003		–
Кабель измерительный КИ1	АМАК.685651.009		10 м
Кабель измерительный КИ2	АМАК.685651.010		1,5 м
Кабель измерительный высоковольтный КИЗ	АМАК.685651.011		25 м
Кабель интерфейсный USB2AA/2	Покупное изделие		–
Кабель волоконно-оптический ВОК2 ⁷	АМАК.468615.002		3 м
	АМАК.468615.002-01		5 м
	АМАК.468615.002-02		10 м
	АМАК.468615.002-03		30 м
Кабель переходной КП2 (разъем XLR-M – два зажима типа "крокодил")	АМАК.685611.014		–
Кронштейн	АМАК.745312.038		–
Перемычка БИ	АМАК.685611.019		–
Стойка-удлинитель	АМАК.723111.001		–
Переходник (для подачи 2,5 кВ)	АМАК.711561.005		–
Заглушка экранирующая	АМАК.434479.003		–
Программное обеспечение моста (диск инсталляционный)	АМАК.411210.001 К		–
Руководство по эксплуатации. Часть 1. Техническая эксплуатация	АМАК.411210.001РЭ		–
Руководство по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки	АМАК.411210.001РЭ1		–

⁷ Длина ВОК2 определяется при заказе в диапазоне от 3 до 30 м

CA7100...

Комплектность

Наименование	Обозначение	Кол-во ⁶	Примечание
Паспорт	АМАК.411210.001ПС		–
Схемы включения оборудования при проведении измерений параметров изоляции Мостом переменного тока CA7100	Приложение к АМАК.411210.001 РЭ		–
Сумка 7100-1	АМАК.323382.008		–
Сумка 7100-2	АМАК.323382.009		–
Сумка 7100-3	АМАК.323382.012		–
Сумка укладочная для БУ	Покупное изделие		–
Сумка кабельная	АМАК.323382.010		–
Винт М8х16.36.019 ГОСТ 17475-80	Покупное изделие		–
Болт М8х40.88.019 ГОСТ 7798-70	Покупное изделие		–
Гайка М8.5.019 ГОСТ 5815-70	Покупное изделие		–
Разъем кабельный типа XLR F	Покупное изделие		–
Разъем кабельный типа XLR M	Покупное изделие		–
Разъем кабельный типа SPEAKON NF4MC	Покупное изделие		–
Вставка плавкая ВПТ2-1А-250 В	Покупное изделие		–
Вставка плавкая ВПТ2-0,25 А-250 В	Покупное изделие		–
Ключ корпусной	Покупное изделие		–
Коммутатор высоковольтный CA7161			
Блок Коммутатора CA7161	АМАК.468349.002-01		–
Кабель высоковольтный KB4	АМАК.685651.008		–
Кабель высоковольтный KB5	АМАК.685651.008-1		–

Назначение, область применения и характеристики

CA7100...

Наименование	Обозначение	Кол-во ⁶	Примечание
Расширитель диапазона CA7150			
Блок Расширителя CA7150	АМАК.411521.005		–
Кабель измерительный КИ6 Расширителя CA7150	АМАК.685692.001		–
Кабель высоковольтный КВ6 Расширителя CA7150	АМАК.685651.007		–
Кабель питания Расширителя CA7150	АМАК.685612.004		–
Конденсатор КНМ 3117 МК, 100 мкФ	Покупное изделие		Допускается использовать аналог собственного производства
Сумка 7150	АМАК.323382.001		–
Устройство согласования автоматизированное CA7140			
Блок Устройства согласования CA7140	АМАК.421451.005		–
Кабель измерительный КИ4 на катушке (50 м)	АМАК.685651.016		–
Кабель измерительный КИ5 на катушке (100 м)	АМАК.685651.017		–
Руководство по эксплуатации CA7140	АМАК.421451.004 РЭ		–
Сумка 7140	Покупное изделие		–
Источник переменного рабочего напряжения ИПРН			
Блок ИПРН	АМАК.421415.001-01		–
Кабель измерительный КИ8	АМАК.685651.018		–
Кабель высоковольтный КВ1	АМАК.685651.012		25 м
Кабель К31	АМАК.685611.258		20 м
Кабель волоконно-оптический ВОК1	АМАК.468615.001		0,5 м
Кабель питания ИПРН	АМАК.685612.005		–
Тележка	АМАК.304136.001		–

CA7100...

Комплектность

Наименование	Обозначение	Кол-во ⁶	Примечание
Трансформатор повышающий CA7190			
Блок Трансформатора CA7190	АМАК. 671119.012		–
Кабель высоковольтный КВ1(А)	АМАК.685651.040		–
Кабель высоковольтный КВ1(Х)	АМАК.685651.040-01		–
Кабель питания ТП CA7190 (КП1)	АМАК.685614.086		–
Трансформатор повышающий CA7190. Паспорт	АМАК.671119.012 ПС		–

Состав комплекта поставки Моста CA7100 уточняется при заказе

4 УКАЗАНИЯ ПО МЕРАМ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Мост соответствует общим требованиям безопасности по способу защиты человека от поражения электрическим током ДСТУ IEC 61010-1, в связи с этим при подключении Зарядного устройства к сети переменного тока должна быть использована розетка, в которой имеется зажим защитного заземления.

4.2 При использовании прибора в передвижной лаборатории питание Зарядного устройства следует осуществлять от бортовой сети автомобиля напряжением +12 В, а не от сети переменного тока 220 В 50 Гц.

4.3 Корпус Блока измерительного Моста и подключенные к нему элементы измерительной схемы при проведении измерений могут находиться под опасным для жизни напряжением, поэтому касание к ним при использовании категорически запрещается!

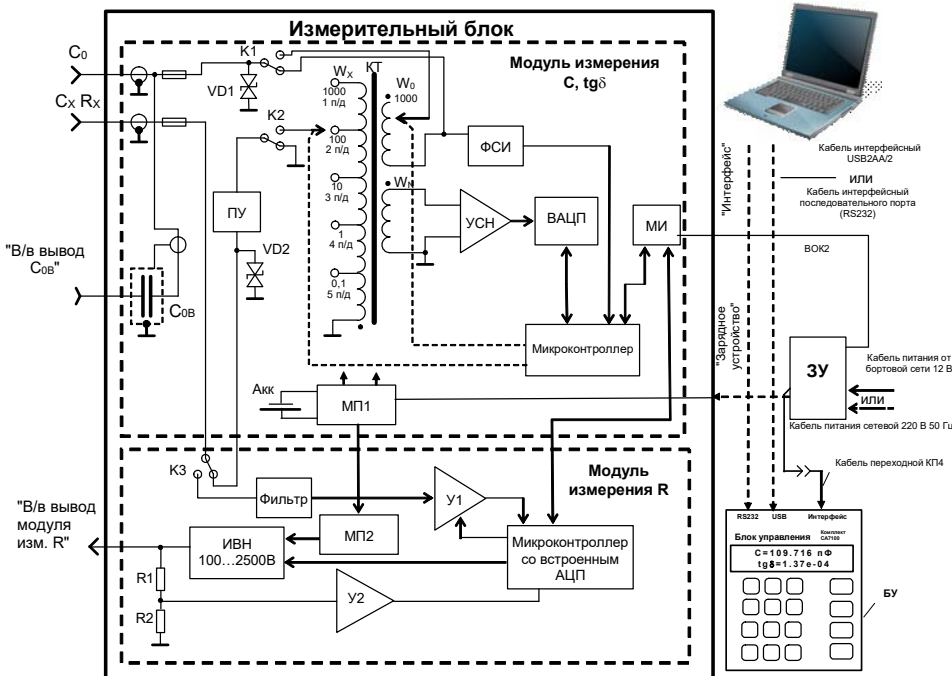
4.4 Запрещается проведение измерений при подключенном к Блоку измерительному Зарядном устройстве.

4.5 На всех стадиях испытаний и эксплуатации Моста должны соблюдаться требования по электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019, ДНАОП 0.00-1.21 и эксплуатационной документацией на оборудование, которое используется.

5 УСТРОЙСТВО МОСТА

5.1 Основные составные части Моста и выполняемые ими функции

Структурная схема Моста приведена на рисунке 5.1.



КТ – компаратор токов; ФСИ – формирователь синхроимпульсов; УСН – усилитель сигнала неравновесия; ВАЦП – вектормерный аналого-цифровой преобразователь; ПУ – пороговое устройство; МИ – модуль интерфейса; МП1, МП2 – модули питания; Акк – свинцово-кислотный аккумулятор; ЗУ – зарядное устройство; У1 – усилитель с переменным коэффициентом усиления; У2 – усилитель; ИВН – источник высокого напряжения; "В/в вывод С_{0в}" – высоковольтный вывод встроенного эталонного конденсатора; "В/в вывод модуля изм. R" – высоковольтный вывод модуля измерения R; С₀ – разъем для подключения внешнего эталонного конденсатора; С_x – разъем для подключения объекта измерения.

Рисунок 5.1

БУ (Блок управления) предназначен для управления процессом измерения, а также для диалога оператора с Мостом.

ЗУ (Зарядное устройство) обеспечивает формирование питающего напряжения БУ, преобразование электрических сигналов в оптические, а также используется для заряда аккумулятора.

БУ и ЗУ размещаются на рабочем месте оператора, а Блок измерительный располагается в огражденной высоковольтной зоне.

Связь БУ, ЗУ и Блока измерительного осуществляется через полностью диэлектрический волоконно-оптический кабель, что позволяет обеспечить безопасность персонала. В БУ предусмотрены последовательные интерфейсные порты для связи с ПК (RS232 и USB). При использовании Моста с ПК расширяются диалоговые возможности прибора, а также возможности по сохранению и дальнейшей обработке результатов измерений стандартными программами.

МИ (модуль интерфейса) осуществляет функцию преобразования оптических сигналов в электрические.

МП1 (модуль питания) служит для формирования питающих напряжений модуля измерения С, tgδ, а также обеспечивает контроль заряда аккумулятора.

КТ (компаратор токов), внешний эталонный конденсатор (С₀) (или встроенный эталонный конденсатор С_{0в}) и объект измерения (С_x) образуют мостовую схему измерения.

УСН (усилитель сигнала неравновесия) усиливает сигнал неравновесия до уровня, необходимого для эффективной работы ВАЦП.

ВАЦП (вектормерный аналого-цифровой преобразователь) представляет собой комбинацию двух синхронных детекторов с взаимно квадратурными опорными колебаниями и двух АЦП, подключенных к их выходам. Значения кодов, считываемых микроконтроллером с указанных АЦП, пропорциональны соответствующим квадратурным составляющим сигнала неравновесия.

Микроконтроллер осуществляет преобразование команд, поступающих из БУ, в сигналы управления узлами модуля измерения С, tgδ, а также передает в БУ через ВОК2 (волоконно-оптический кабель) значения кодов, вырабатываемых АЦП, информацию о перегрузке входных цепей по току и о разряде аккумулятора.

КТ содержит обмотки W_x и W₀, через которые протекают сравниваемые токи (ток эталонного конденсатора и ток объекта измерения) и обмотку W_n, которая служит для выделения сигнала неравновесия. В зависимости от выбранного поддиапазона измерения ток объекта измерения (1 п/д-5 п/д) поступает на один из выводов обмотки W_x (на рисунке показано положение переключателя поддиапазонов, соответствующее 2 п/д измерения). 5 п/д реализован с помощью дополнительного двухступенчатого трансформатора тока, который не показан на схеме. Число витков обмотки W₀ может меняться от 1 до 1000. Изменением количества витков этой обмотки осуществляется уравнивание мостовой цепи в пределах поддиапазона измерения.

ФСИ (формирователь синхроимпульсов) вырабатывает импульсы, синхронные с измерительным сигналом. Период данных импульсов измеряется с помощью микроконтроллера. Благодаря этому формируемые им опорные колебания для синхронных детекторов ВАЦП когерентны с токами, сравниваемыми КТ.

Стабилитроны VD1, VD2, коммутаторы K1 и K2, а также предохранители предназначены для защиты измерительной цепи от перегрузок по току. Коммутатор K3 обеспечивает переключение сигнала от измеряемого объекта, в зависимости от режима работы (измерение C, tgδ или измерение R).

ПУ (пороговое устройство) обеспечивает отключение Блока измерительного при превышении допустимого значения силы тока в канале C_x.

Фильтр повышает помехозащищенность схемы, фильтруя помехи промышленной сети.

Усилитель с переменным коэффициентом усиления У1 усиливает измеряемый сигнал до уровня, необходимого для эффективной работы АЦП (аналого-цифровой преобразователь).

Усилитель У2 совместно с делителем R1, R2 обеспечивает необходимый уровень измеряемого напряжения для АЦП.

ИБН (источник высокого напряжения) вырабатывает высокое напряжение постоянного тока, уровень которого регулирует микроконтроллер.

Модуль питания МП2 обеспечивает питание цепей модуля измерения R.

Микроконтроллер со встроенным АЦП осуществляет преобразование команд, поступающих из БУ, в сигналы управления узлами модуля измерения R, аналого-цифровое преобразование измеряемых сигналов и передачу полученных кодов в БУ через ВОК2.

Основой процесса измерения C, tgδ является вариационный метод. Используемая в модуле измерения C, tgδ разновидность вариационного метода измерения предусматривает изменение (вариацию) измеряемой величины (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 процессор, размещенный в Блоке управления.

Процесс измерения C, tgδ можно условно разделить на следующие основные этапы:

- 1) выбор чувствительности и измерение рабочего напряжения;
- 2) выбор п/д;
- 3) уравнивание измерительной цепи в пределах п/д;
- 4) измерение значения остаточного сигнала неравновесия и "нулей" прибора (при отключенных с помощью коммутаторов K1 и K2 сравниваемых токах);
- 5) вычисление результата измерения по равновесным значениям декадных коммутаторов и значению остаточного сигнала неравновесия;

б) коррекция результата с учетом влияния сопротивлений подводящих проводов, обмоток и коммутаторов в цепи объекта измерения и эталонного конденсатора.

Выбор чувствительности осуществляется изменением коэффициента передачи УСН.

Смена п/д осуществляется переключением числа витков обмотки W_x, а уравнивание в пределах п/д – переключением витков обмотки W₀.

После уравнивания с помощью ВАЦП измеряется остаточный сигнал неравновесия.

Используя результат этого измерения, равновесные значения числа витков обмоток КТ, а также значения емкости и тангенса угла потерь C₀, БУ производит вычисление и выводит на экран значения емкости и тангенса угла потерь объекта измерения и действующего значения первой гармоники рабочего напряжения и его частоты.

В основе процесса измерения R лежит метод вольтметра-амперметра, т.е. значение сопротивления рассчитывается, исходя из результатов измерений приложенного напряжения и тока, протекающего через объект измерения.

Процесс измерения сопротивления с помощью модуля измерения R включает следующие основные этапы:

- 1) измерение "нулей" модуля измерения R;
- 2) установка постоянного напряжения, прикладываемого к объекту при измерении сопротивления, U_R;
- 3) выбор п/д;
- 4) измерение тока и напряжения;
- 5) расчет сопротивления.

Смена п/д осуществляется переключением коэффициента усиления усилителя У1.

БУ выполняет расчет результата и вывод на экран значения сопротивления и значения напряжения, при котором производилось измерение.

5.2 Дополнительные устройства

Расширитель диапазона CA7150 (далее – Расширитель CA7150) предназначен для расширения диапазона измерения емкости Моста за счет прецизионного преобразования тока в цепи объекта измерения (6-7 п/д). Подключение к объекту измерения происходит по четырехжильной схеме.

Устройство согласования автоматизированное CA7140 совместно с Мостом осуществляет дифференциальный контроль изоляции объектов (например, трансформаторов тока), находящихся под рабочим напряжением, а также выполняет контроль параметров защитных резисторов устройств присоединения. Процесс измерения полностью автоматизирован.

Коммутатор высоковольтный CA7161 (далее – Коммутатор CA7161) предназначен для переключения вариантов измерительных схем ("прямая" – "инверсная"), а также для переключения режимов измерений "С, tgδ" ↔ "R" в измерительной цепи Моста CA7100-3.

Источник переменного рабочего напряжения (далее – ИПРН) предназначен для формирования рабочего напряжения при измерении тангенса угла потерь и емкости. ИПРН обеспечивает преобразование сетевого напряжения 220 В 50 Гц в напряжение от 1 до 10 кВ. Также ИПРН выполняет поворот фазы рабочего напряжения на 180° при реализации метода "двух отсчетов".

Устройство тестирующее CA7135 (далее – Устройство CA7135) предназначено для проверки работоспособности Моста в ручном и автоматическом режимах. В состав Устройства CA7135 входят 16 мер емкости и 2 меры сопротивления. При подключении Устройства CA7135 к Мосту на входах Моста имитируются необходимые измерительные сигналы, которые обеспечивают проверку работоспособности Моста.

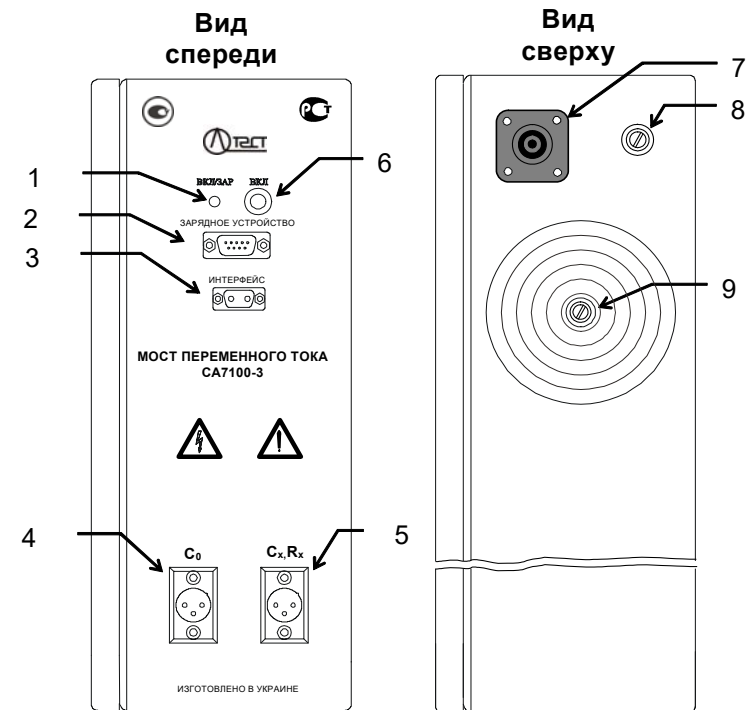
ИПРН, Блок измерительный и Коммутатор CA7161 для удобства транспортирования на малые расстояния может быть размещен на тележке.

5.3 Конструкция Моста

Базовый комплект Моста состоит из:

- Блока измерительного (БИ);
- Блока управления (БУ);
- Зарядного устройства (ЗУ).

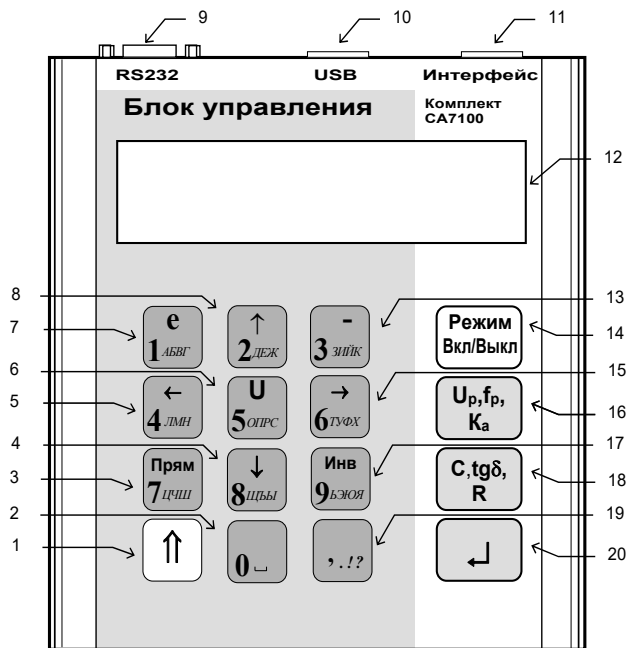
На рисунке 5.2 показан внешний вид передней панели и верхней стенки Блока измерительного, а на рисунке 5.3 – внешний вид Блока управления.



- 1 – индикатор включения питания Блока измерительного и контроля заряда аккумулятора;
- 2 – разъем для подключения внешних устройств (Устройства CA7135, Коммутатора CA7161 и т.п.) или ЗУ при заряде аккумулятора;
- 3 – разъем для подключения ВОК2 или ВОК1 при наличии ИПРН;
- 4 – разъем для подключения внешнего эталонного конденсатора;
- 5 – разъем для подключения объекта измерения;
- 6 – кнопка включения питания блока измерительного (используется только при тестировании блока измерительного);
- 7 – высоковольтный вывод модуля измерения R (Мост CA7100-3);
- 8 – корпусной зажим;
- 9 – высоковольтный вывод встроенного эталонного конденсатора (Мосты CA7100-2, CA7100-3)

Рисунок. 5.2⁸

⁸ На этом и последующих рисунках приведен Мост CA7100-3.



- Поз.1 – кнопка для включения регистра (для кнопок с двойным назначением);
- Поз.2 – кнопка для ввода символов "0" и "°";
- Поз.3 – кнопка для включения "прямой" схемы измерений и ввода символов "7", "Ц", "Ч", "Ш";
- Поз.4 – кнопка для ввода символов "8", "Щ", "Ъ", "Ы" и для перемещения курсора;
- Поз.5 – кнопка для ввода символов "4", "Л", "М", "Н" и для перемещения курсора;
- Поз.6 – кнопка для ввода символов "5", "О", "П", "Р", "С" и выбора величины устанавливаемого переменного напряжения при измерении C и tgδ или постоянного напряжения при измерении R;
- Поз.7 – кнопка для ввода символов "1", "А", "Б", "В", "Г" и для ввода основания степени (e);
- Поз.8 – кнопка для ввода символов "2", "Д", "Е", "Ж" и для перемещения курсора;
- Поз.9 – разъем RS232 для подсоединения ПК;
- Поз.10 – разъем USB для подсоединения ПК;
- Поз.11 – разъем для подключения ЗУ;
- Поз.12 – двухстрочный ЖК-индикатор для вывода информации;
- Поз.13 – кнопка для ввода символов "3", "З", "И", "Й", "К" и для ввода знака "-";
- Поз.14 – кнопка для включения / выключения Моста и переключения режимов;
- Поз.15 – кнопка для ввода символов "6", "Г", "У", "Ф", "Х" и для перемещения курсора;
- Поз.16 – кнопка для включения режима измерения напряжения U_p , частоты f_p и коэффициента абсорбции K_a ;
- Поз.17 – для включения "инверсной" схемы измерений и ввода символов "9", "Ъ", "Э", "Ю", "Я";
- Поз.18 – кнопка для измерения C, tgδ и R;
- Поз.19 – кнопка для ввода знаков препинания ", . ! ?";
- Поз.20 – кнопка для входа в меню и подтверждения ввода.

Рисунок 5.3

6 ПОДГОТОВКА МОСТА К РАБОТЕ

6.1 Подготовка Моста к работе и включение питания

1. Соединить составные части Моста в соответствии с рисунком 6.1, для этого:

1) присоединить корпусной зажим Блока измерительного и в/в вывод эталонного конденсатора к защитному заземлению;

2) подключить ЗУ к БУ, присоединив кабель ЗУ к кабелю переходному (КП4), а кабель переходной к разъему БУ "Интерфейс". Не проводить это подсоединение при включенном ЗУ!

3) соединить ЗУ с Блоком измерительным, используя волоконно-оптический кабель (ВОК2), подключив его разъемы к разъему ЗУ "ВОК" и разъему Блока измерительного "Интерфейс", соответственно.

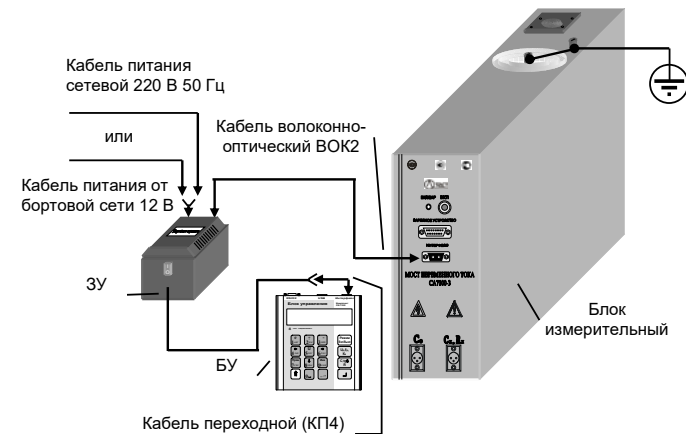





Рисунок 6.1

2. Последующие действия выполнять в соответствии с таблицей.

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Включить питание БУ.</p> <p>При питании от сети 220 В 50 Гц:</p> <p>1) подключить к ЗУ кабель питания 220 В 50 Гц и установить выключатель "I/O", размещенный на ЗУ (далее – выключатель "I/O"), в положение "0"; включить кабель питания сетевой в сеть 220 В 50 Гц;</p>	

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
	<p>2) включить питание БУ от сети 220 В 50 Гц, установив выключатель "I/O" в положение "I", выключатель должен подсветиться.</p> <p>При питании от бортовой сети автомобиля 12 В:</p> <p>1) подключить к ЗУ кабель питания от бортовой сети 12 В с двумя кольцевыми наконечниками и установить выключатель "I/O" в положение "O";</p> <p>2) подключить к бортовой сети автомобиля кабель питания от бортовой сети 12 В: кольцевой наконечник с красной изоляцией соединить с "+" аккумуляторной батареи автомобиля, а кольцевой наконечник с черной изоляцией соединить с "-" аккумуляторной батареи;</p> <p>3) включить питание БУ от бортовой сети, установив выключатель "I/O" в положение "I", выключатель должен подсветиться.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>17:22 15/04/08 С, tgδ выкл</p> </div> <p>Информация о включенном режиме измерения ("С,tgδ" или "R"). После включения Моста устанавливается режим последнего сеанса работы.</p>

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
2	<p>Включить Мост, для чего на БУ нажать кнопку .</p> <p>Состояние заряда аккумулятора. В данном случае аккумулятор заряжен.</p>	<p>После включения Моста на экране появится основное окно:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>17:22 15/04/08 С, tgδ вкл </p> </div>
3	<p>При появлении на экране БУ одного из сообщений о разряде аккумулятора произвести заряд аккумулятора в соответствии с указаниями раздела 6.2.</p> <p><i>Символ мигает! Аккумулятор разряжен. Работа возможна в течение не менее 20 минут.</i></p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>17:22 15/04/08 С, tgδ вкл </p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Разряжен аккумулятор!</p> </div> <p>Аккумулятор полностью разряжен. Мост не включается.</p>
4	<p>Убедиться в правильности установки даты и времени. Если требуется корректировка, то выполнить указания раздела 6.3.</p>	
5	<p>Выбрать формат отображения tgδ (в относительных единицах или в процентах) в соответствии с указаниями раздела 6.4.</p>	
6	<p>Мост готов к работе. <i>Для предотвращения неоправданного разряда аккумулятора предусмотрено его автоматическое отключение, если в течение 25 минут не производились измерения.</i></p>	

6.2 Заряд аккумулятора

Заряд аккумулятора можно проводить только при температуре окружающей среды от 0 до 40 °С, как от сети 220 В 50 Гц, так и от бортовой сети автомобиля 12 В.

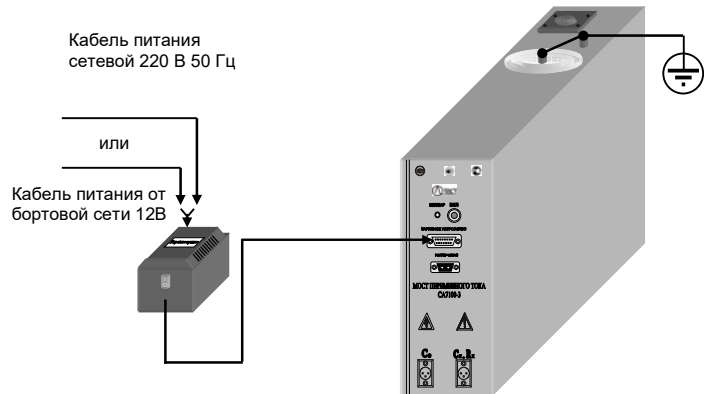


Рисунок.6.2

При заряде от сети 220 В 50 Гц:

№ п/п	Действия	Вид индикатора на Блоке измерительном
1	Собрать схему для заряда аккумулятора в соответствии с рисунком 6.2: 1) присоединить корпусной зажим Блока измерительного и в/в вывод эталонного конденсатора к защитному заземлению; 2) присоединить кабель ЗУ к разъему "ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО" Блока измерительного. Не проводить это подсоединение при включенном ЗУ! 3) подключить к ЗУ кабель питания сетевой 220 В 50 Гц и установить переключатель "I/O" в положение "O"; 3) включить кабель питания сетевой 220 В 50 Гц в розетку сети 220 В 50 Гц.	
2	Начать заряд аккумулятора, установив выключатель "I/O" в положение "I".	Индикатор "ВКЛ/ЗАР" на передней панели Блока измерительного начнет мигать.




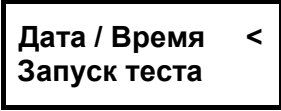


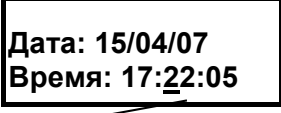







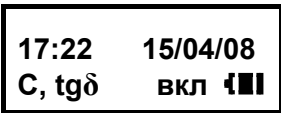
№ п/п	Действия	Вид индикатора на Блоке измерительном
	Время заряда полностью разряженного аккумулятора – 7 часов. <i>Используемый в Мосте свинцово-кислотный аккумулятор не обладает эффектом памяти, который присущ щелочным аккумуляторам, и не требует специальных режимов для его обслуживания.</i>	Прекращение мигания индикатора "ВКЛ/ЗАР" свидетельствует о полном заряде аккумулятора. При этом подача тока от ЗУ автоматически прекращается, что исключает возможность перезаряда аккумулятора и выход его из строя.
3	Отключить ЗУ от сети, для чего: 1) установить выключатель "I/O" в положение "O"; 2) отключить кабель питания сетевой от сети 220 В 50 Гц.	<i>При появлении признаков снижения емкости аккумулятора (быстрый разряд после полного заряда) необходимо его заменить согласно разделу 11.2.</i>
4	Отключить ЗУ от Блока измерительного.	

При заряде от бортовой сети автомобиля 12 В:







№ п/п	Действия	Вид индикатора на Блоке измерительном
1	Собрать схему для заряда аккумулятора в соответствии с рисунком 6.2: 1) присоединить корпусной зажим Блока измерительного и в/в вывод эталонного конденсатора к защитному заземлению, а если заряд аккумулятора происходит во время движения автомобиля, то присоединить их к корпусу автомобиля;	

№ п/п	Действия	Вид индикатора на Блоке измерительном
	<p>2) присоединить кабель ЗУ к разъему "ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО" Блока измерительного. Не проводить это подсоединение при включенном ЗУ!</p> <p>3) подключить к ЗУ кабель питания бортовой сети 12 В и установить переключатель "I/O" в положение "O";</p> <p>4) подключить к бортовой сети автомобиля кабель питания от бортовой сети 12 В: кольцевой наконечник с красной изоляцией соединить с "+" аккумуляторной батареи автомобиля, а кольцевой наконечник с черной изоляцией соединить с "-" аккумуляторной батареи.</p>	
2	<p>Начать заряд аккумулятора, установив выключатель "I/O" в положение "I"</p> <p>Время заряда полностью разряженного аккумулятора – 7 часов.</p>	<p>Индикатор "ВКЛ/ЗАР" на передней панели Блока измерительного начнет мигать. Прекращение мигания индикатора "ВКЛ/ЗАР" свидетельствует о полном заряде аккумулятора. При этом подача тока от ЗУ автоматически прекращается, что исключает возможность перезаряда аккумулятора и выход его из строя.</p>
3	<p>Отключить ЗУ от сети, для чего:</p> <p>1) установить выключатель "I/O" в положение "O".</p> <p>2) отключить кабель питания от бортовой сети автомобиля.</p>	<p>При появлении признаков снижения емкости аккумулятора (быстрый разряд после полного заряда) необходимо его заменить согласно разделу 11.2.</p>
4	<p>Отключить ЗУ от Блока измерительного.</p>	

6.3 Ввод даты и времени

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Войти в меню режимов и выбрать режим "Дата/Время":</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор < на строку "Дата/Время".</p>	
2	<p>Включить режим "Дата/Время", для чего нажать кнопку .</p> <p><i>Курсор знакоместа</i> </p>	
3	<p>Ввести текущие дату и время:</p> <p>1) установить курсор на строку "Дата" или "Время", используя кнопки  +  или  + .</p> <p>2) ввести дату и время, используя кнопки  +  (после ввода цифры курсор автоматически перемещается на соседнее знакоместо, перемещение осуществляется циклически).</p>	
4	<p>Для возврата в основное окно на БУ нажать кнопку .</p>	

6.4 Выбор формата отображения $tg\delta$

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Войти в меню режимов и выбрать режим выбора формата (в относительных единицах или в процентах) отображения $tg\delta$:</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>используя кнопки  и ,</p> <p>установить курсор < на строку "Танг. в % выкл".</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Изм.токов I_x, I_o Танг. в % выкл <</p> </div>
2	<p>Выбрать формат отображения, для чего нажать кнопку .</p>	<p><i>Включен формат отображения в процентах.</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Изм.токов I_x, I_o Танг. в % вкл <</p> </div> <p><i>Включен формат отображения в относительных единицах.</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Изм.токов I_x, I_o Танг. в % выкл <</p> </div>
3	<p>Для возврата в основное окно на БУ нажать кнопку .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>17:22 15/04/08 C, $tg\delta$ вкл </p> </div>

7 РАБОТА С МОСТОМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ БУ

Внимание! Для обеспечения безопасности персонала при подготовительных операциях к проведению измерений корпусной зажим и высоковольтный (далее – в/в) вывод эталонного конденсатора Блока измерительного должны быть соединены с защитным заземлением!

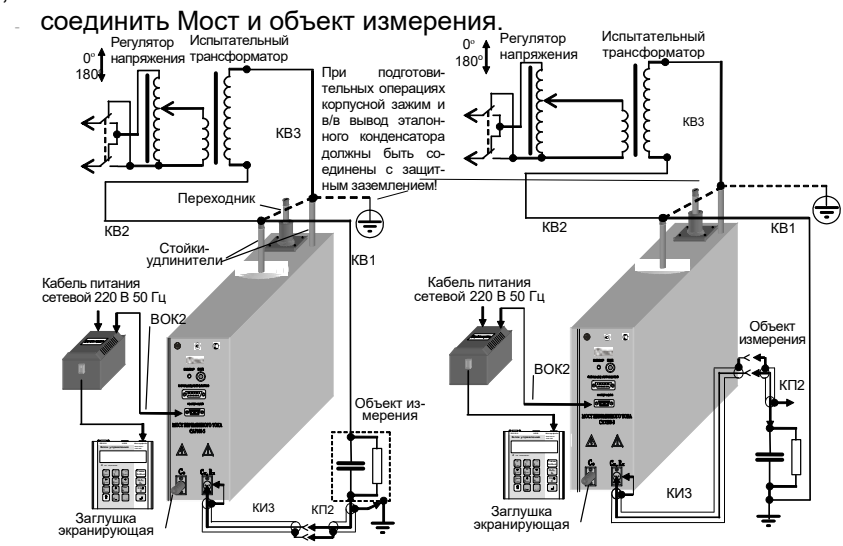
7.1 Измерение C и $tg\delta$ объекта при использовании встроенного эталонного конденсатора

Номинальное значение емкости встроенного эталонного конденсатора указано в 2.3.2.

7.1.1 Подключение оборудования для проведения измерений C и $tg\delta$

- 1) Подготовить Мост к работе в соответствии с разделом 6.1.
- 2) Вставить заглушку экранирующую в разъем "C₀" Блока измерительного.
- 3) Подключить оборудование для проведения измерений с помощью Моста по "прямой" (нормальной) или "инверсной" (перевернутой) схемам (рисунок 7.1, а, б) для этого:

– соединить в/в вывод встроенного эталонного конденсатора и корпусной зажим Моста с выходами вторичной обмотки испытательного трансформатора, если применяются кабели собственного изготовления, то их изоляция должна быть рассчитана на рабочее напряжение 10 кВ;



а – "прямая (нормальная)" схема б – "инверсная (перевернутая)" схема


ВНИМАНИЕ! При измерении C и tgδ в/в вывод модуля измерения R⁹ должен быть отключен от измерительной схемы! Невыполнение этого требования может привести к выходу из строя Моста!

4) При измерениях по "перевернутой" схеме установить Мост на изолирующую подставку, причем подставка должна быть рассчитана на рабочее напряжение.

Примеры схем включения оборудования при проведении измерений параметров изоляции различных типов трансформаторов напряжения, трансформаторов тока и маслонаполненных вводов приведены в Приложении к настоящему Руководству.

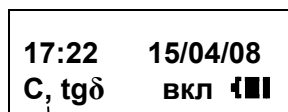
7.1.2 Включение Моста

1) Включить питание Моста в соответствии с п.1 таблицы раздела 6.1.

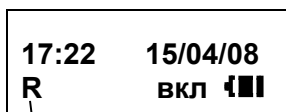
2) Включить Мост, для чего нажать кнопку , на экране БУ появится один из вариантов основного окна:

Для CA7100-1, CA7100-2, CA7100-3

Для CA7100-3



или




Установлен режим измерения C и tgδ

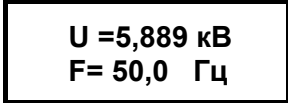



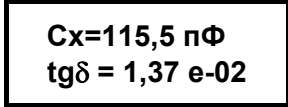
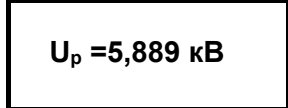


Установлен режим измерения R

3) Если в Мосте CA7100-3 режим измерения C и tgδ не установлен, то установить его, для чего нажать  + .

7.1.3 Измерение C и tgδ при отсутствии токов влияния

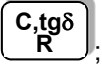
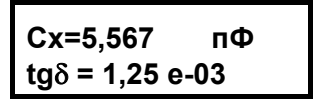


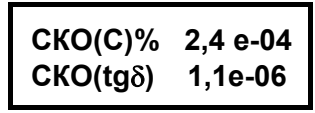

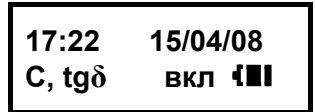
№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Отсоединить корпусной зажим Блока измерительного и в/в вывод эталонного конденсатора от защитного заземления.	
2	Установить рабочее напряжение: 1) нажать кнопку  ;	








⁹ При наличии в составе измерительной схемы Коммутатора CA7161 (раздел 7.6) это требование выполняется автоматически.

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
	2) отрегулировать рабочее напряжение, контролируя его значение и частоту по показаниям Моста на экране БУ.	Например: 
3	Измерить параметры объекта C и tgδ: 1) нажать кнопку  ; 2) по окончании измерения на экране БУ появятся параметры объекта. 3) для просмотра значения рабочего напряжения U _р , при котором было выполнено измерение нажать кнопку  .	  В данном случае: $tg\delta = 1,37e-02 = 1,37 \cdot 10^{-2} = 1,37 \%$ 
4	Для проведения повторных измерений параметров C и tgδ этого же объекта повторить п.2 данной таблицы.	
5	Для возврата в основное окно на БУ нажать кнопку  .	

7.1.4 Измерение C и $tg\delta$ при отсутствии токов влияния в режиме накопления результатов

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Войти в меню режимов и выбрать режим накопления: 1) нажать кнопку  2) используя кнопки  и  , установить курсор < на строку "Накопление".	
2	Войти в окно установок режима накопления, для чего нажать кнопку  .	
3	Включить режим накопления и ввести число усредняемых измерений N: 1) нажать кнопку  и ввести N (не менее 2 и не более 15), нажимая кнопки  и  2) по окончании ввода нажать кнопку  .	  
4	Отсоединить корпусной зажим Блока измерительного и в/в вывод эталонного конденсатора от защитного заземления.	
5	Установить рабочее напряжение: 1) нажать кнопку  2) отрегулировать рабочее напряжение, контролируя его значение и частоту на экране БУ	

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
6	Измерить усредненные параметры объекта C и $tg\delta$: 1) нажать кнопку  2) по окончании измерения на экране БУ появятся параметры объекта.	 <i>Номер измерения будет меняться синхронно с прохождением каждого последующего измерения из запущенной серии.</i> 
7	Отобразить статистические характеристики проведенной серии измерений, для чего нажать кнопку  . Для просмотра значения рабочего напряжения U_p , при котором было выполнено измерение нажать повторно кнопку  . Для возврата в предыдущее окно нажать кнопку  . На экране появятся значения среднеквадратических отклонений емкости $SKO(C)$, в %, и тангенса $SKO(tg\delta)$.	 <i>Значения SKO свидетельствуют о качестве выполненного измерения. SKO(C) не должно превышать 5 e-01 %, SKO(tgδ) – 1 e-03.</i> 
8	Для проведения повторных измерений параметров C , $tg\delta$ этого же объекта, повторить п.п. 5-6 данной таблицы.	
9	Закончить измерения, для чего на БУ нажать кнопку  .	

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
10	<p>Выключить режим накопления, если последующие измерения будут выполняться без накопления:</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор < на строку "Накопление";</p> <p>3) нажать кнопки , а затем .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-bottom: 10px;">Ввод C0 Накопление <</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Накопление: N= 05 выкл</div>
11	<p>Для возврата в основное окно на БУ нажать .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">17:22 15/04/08 C, tgδ вкл </div>









7.1.5 Измерение C и $tg\delta$ при наличии токов влияния (режим смены фазы¹⁰)







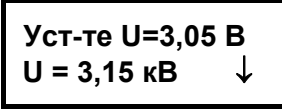
В условиях большой напряженности электромагнитного поля (наличие токов влияния) и невозможности эффективного экранирования объекта измерения следует проводить, используя режим смены фазы. Это позволит существенно уменьшить влияние внешнего электрического поля на результат измерения.




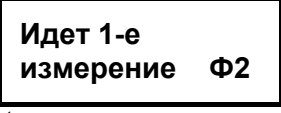
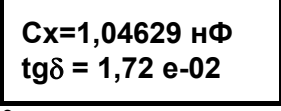
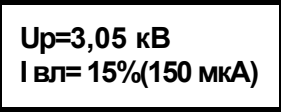
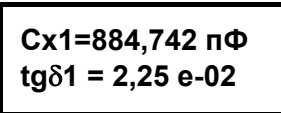
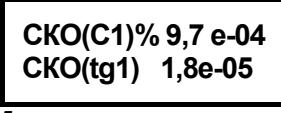
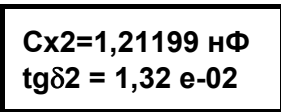
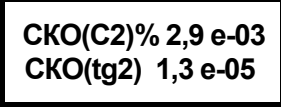
Следует учитывать, что уменьшение влияния помех при применении этого режима будет достигнуто только в том случае, если источник помех когерентен с источником рабочего напряжения. Для повышения эффективности компенсации влияния помех следует стремиться к тому, чтобы значения рабочего напряжения, устанавливаемые на первом и втором этапах измерения в режиме смены фазы были практически равны.


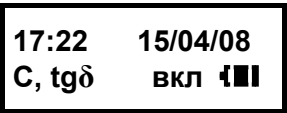






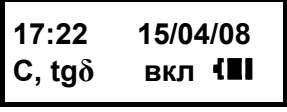
¹⁰ Измерение со сменой фазы проводится методом "двух отсчетов".

Внимание! Если в измерительной схеме используется в/в коммутатор "прямая"- "инверсная" или в/в коммутатор режимов измерений "C, tgδ" ↔ "R", то для обеспечения устойчивой работы Моста в условиях большой напряженности электромагнитного поля корпусной зажим Блока измерительного во время коммутации должен быть соединен с защитным заземлением!

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Включить режим накопления и ввести число усредняемых измерений N, для чего выполнить п.п.1-3 раздела 7.1.4.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">17:22 15/04/08 C, tgδ вкл </div>
2	<p>Войти в меню режимов и выбрать режим смены фазы:</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>2) используя кнопки  и ,</p> <p>установить курсор < на строку "Смена фазы выкл".</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Смена фазы выкл < Назв. объекта</div>
3	<p>Включить режим смены фаз, для чего:</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>2) нажать кнопку .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Смена фазы вкл < Назв. объекта</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 10px;">17:22 15/04/08 C, tgδ вкл </div>
4	<p>Отсоединить корпусной зажим Блока измерительного и в/в вывод эталонного конденсатора от защитного заземления.</p>	
5	<p>Установить рабочее напряжение:</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>2) отрегулировать рабочее напряжение, контролируя его значение и частоту по показаниям Моста на экране БУ.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">U = 3,05 кВ F = 50,0 Гц</div>

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
6	Выполнить измерение параметров объекта C и $tg\delta$ при первом значении фазы, для чего нажать кнопку  . <i>Результаты измерения будут сохранены в памяти БУ, но не будут выведены на экран.</i>	 <i>Буква "Φ" напоминает о включенном режиме смены фазы.</i>
7	Уменьшить уровень рабочего напряжения до нуля.	<i>Через несколько секунд появится директива:</i> 
8	Изменить фазу рабочего напряжения на 180° и нажать кнопку  .	
9	Установить рекомендуемое значение рабочего напряжения, которое отображается на экране. <i>Если рекомендуемое значение не удается установить и на экране остается мигающая стрелка, то измерение проводить нельзя. Для возврата в основное окно нажать кнопку .</i>	<i>На экране показано рекомендуемое и фактическое значения напряжения, например:</i>  <i>Мигающие стрелки \uparrow, \downarrow означают, что уровень напряжения необходимо повысить или понизить. Исчезновение стрелки означает, что рекомендованное значение установлено с точностью $\pm 5\%$.</i>
10	Выполнить измерение параметров объекта C и $tg\delta$ при втором значении фазы:	

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
	1) нажать кнопку  ; 2) по окончании измерения на экране БУ появятся рассчитанные параметры объекта; 3) для просмотра параметров объекта использовать кнопки  и  .	 <i>1-е окно</i>  <i>2-е окно</i>  <i>3-е окно</i>  <i>4-е окно</i>  <i>5-е окно</i>  <i>6-е окно</i> 
11	Для проведения повторных измерений параметров C и $tg\delta$ этого же объекта выполнить п.п. 6-10 данной таблицы.	

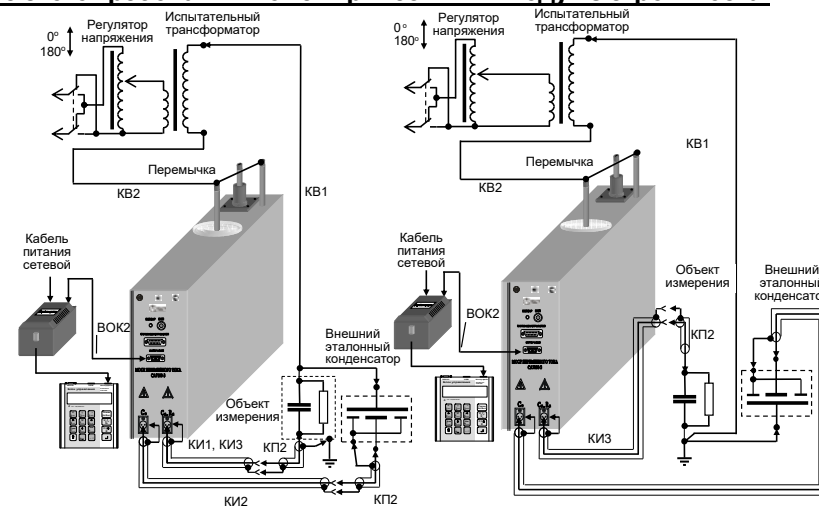
№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
12	Закончить измерения, для чего нажать кнопку 	
13	<p>Выключить режим смены фазы, если последующие измерения будут выполняться без смены фазы, для чего:</p> <p>1) нажать кнопку </p> <p>2) используя кнопки  2ДЕЖ и  8ШЬЫ, установить курсор < на строку "Смена фазы вкл."</p> <p>3) Нажать кнопку </p>	
14	Для возврата в основное окно на БУ нажать кнопку 	

7.2 Измерение C и $tg\delta$ объекта при использовании внешнего эталонного конденсатора

7.2.1 Подключение оборудования для проведения измерений

- 1) Подготовить Мост к работе в соответствии с разделом 6.1.
- 2) Собрать схему подключения оборудования для проведения измерений C и $tg\delta$ с помощью Моста по "прямой" (нормальной) или "инверсной" (перевернутой) схемам в соответствии с рисунком 7.2, а, б.

ВНИМАНИЕ! При измерении C и $tg\delta$ в/в вывод модуля измерения R^{11} должен быть отключен от измерительной схемы! **Невыполнение этого требования может привести к выходу из строя Моста!**



а – "прямая (нормальная)" схема б – "инверсная (перевернутая)" схема
Рисунок 7.2

- 3) При проведении измерений по "перевернутой" схеме для подключения внешнего эталонного конденсатора рекомендуется использовать кабели из комплекта Моста, а также кабели собственного изготовления. На рисунке 7.2 кабели собственного изготовления не поименованы. При этом внешняя изоляция измерительного экранированного кабеля собственного изготовления должна быть рассчитана на рабочее напряжение.









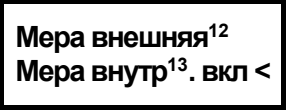
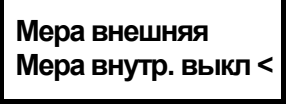



4) Соединить в/в вывод встроенного эталонного конденсатора с корпусным зажимом Моста с помощью перемычки, входящей в комплект Моста.

5) При измерениях по "перевернутой" схеме установить Мост и эталонный конденсатор на изолирующие подставки, причем подставки должны быть рассчитаны на рабочее напряжение.

6) Включить Мост, выполнив указания раздела 7.1.2.


















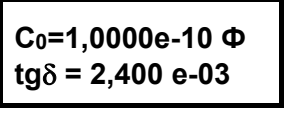


¹¹ При наличии в составе измерительной схемы Коммутатора CA7161 (раздел 7.6) это требование выполняется автоматически.

7.2.2 Ввод параметров внешнего эталонного конденсатора

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Войти в меню режимов и установить режим ввода параметров эталонного конденсатора С₀:</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор < на строку "Ввод С₀";</p> <p>3) нажать кнопку .</p>	
2	<p>Отключить режим встроенного эталонного конденсатора, для чего:</p> <p>1) используя кнопки  и , установить курсор на строку "Мера внутр. вкл";</p> <p>2) нажать кнопку .</p>	 
3	<p>Ввести паспортные параметры внешнего эталонного конденсатора:</p> <p>1) используя кнопки  и , установить курсор на строку "Мера внешняя";</p>	

¹² Внешний эталонный конденсатор.

¹³ Встроенный эталонный конденсатор.

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
	<p>2) нажать кнопку ;</p> <p>3) перемещение курсора знакоместа:</p> <p>– по строкам –  + ,</p> <p> + ;</p> <p>– по знакоместам –  + ,</p> <p> + .</p> <p>4) ввод значений:</p> <p>– ввод 0÷9 –  –  ИНВ <small>БЪЭОЯ</small>;</p> <p>– ввод "запятой" – ;</p> <p>– ввод "-" –  + .</p> <p>– ввод "е" –  + .</p> <p>5) удаление предыдущего символа – .</p>	 <p>В данном случае: $C_0 = 1,0000 \cdot e^{-10} \text{Ф} = 1,0 \cdot 10^{-10} \text{Ф} = 100 \text{пФ}$; $\text{tg} \delta = 2,4 \cdot e^{-03} = 2,4 \cdot 10^{-3} = 0,24\%$.</p>
4	<p>Для возврата в основное окно на БУ нажать .</p>	

7.2.3 Порядок работы с внешним эталонным конденсатором

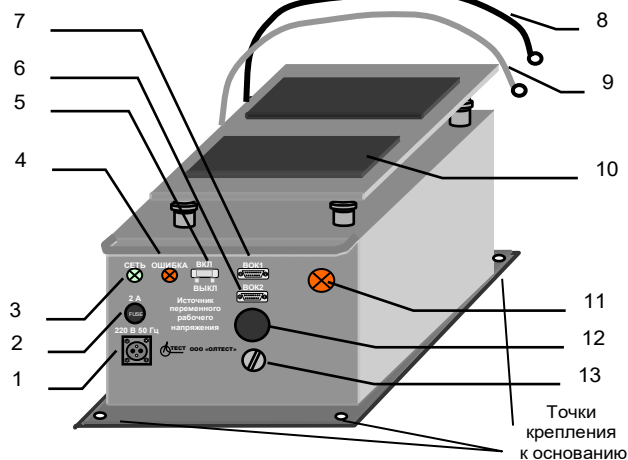
Выполняется в соответствии с указаниями раздела 7.1.2-7.1.5.

7.3 Измерение C и $tg\delta$ при использовании ИПРН

ИПРН предназначен для формирования рабочего напряжения при измерении тангенса угла потерь и емкости путем преобразования напряжения однофазной сети 220 В 50 Гц в напряжение от 1 до 10 кВ. **Внимание! ИПРН не формирует рабочее напряжение из линейного (междуфазного) напряжения 220 В 50 Гц!** Также ИПРН выполняет поворот фазы рабочего напряжения на 180° при реализации метода "двух отсчетов" (режим смены фаз).

Управление работой ИПРН осуществляется при помощи БУ Моста, что позволяет полностью автоматизировать процесс измерения тангенса угла потерь и емкости. ИПРН может использоваться только в режиме измерений при использовании встроенного эталонного конденсатора.

Общий вид ИПРН показан на рисунке 7.3.



- 1 – разъем для подключения кабеля питания ИПРН;
- 2 – предохранитель 2 А;
- 3 – индикатор "СЕТЬ" (включение питания ИПРН);
- 4 – индикатор "ОШИБКА" (загорается при неисправном предохранителе 2 А);
- 5 – выключатель питания ИПРН;
- 6 – разъем для подключения кабеля волоконно-оптического ВОК1, идущего от Блока измерительного;
- 7 – разъем для подключения кабеля волоконно-оптического ВОК2, идущего от ЗУ;
- 8 – кабель для подключения к корпусному зажиму Блока измерительного;
- 9 – кабель для подключения к в/в выводу встроенного эталонного конденсатора Блока измерительного;
- 10 – место для установки Моста в сумке укладочной;
- 11 – индикатор включения рабочего напряжения;
- 12 – устройство для подачи звукового сигнала при включении/выключении рабочего напряжения;
- 13 – зажим защитного заземления

Рисунок 7.3

7.3.1 Подключение оборудования и включение ИПРН

Внимание! Подключение ИПРН выполнять только при отключенном кабеле питания ИПРН от сети 220 В 50 Гц!

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 7.4.

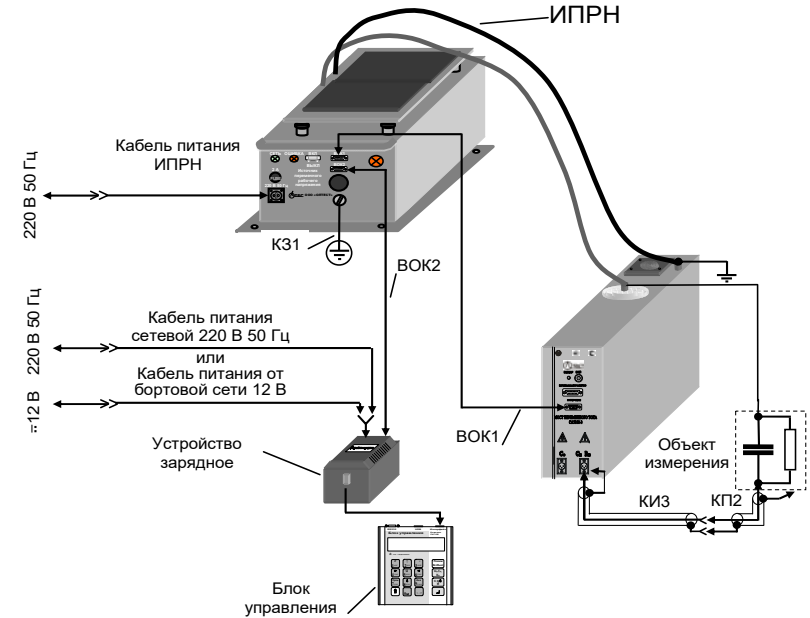




Рисунок 7.4

2) Включить Мост и установить режим измерения C и $tg\delta$ в соответствии с разделом 7.1.2. Подключить кабель питания ИПРН к сети 220 В 50 Гц.





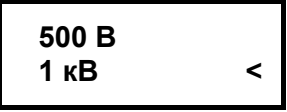

3) Дальнейшие действия выполнять в соответствии с таблицей.









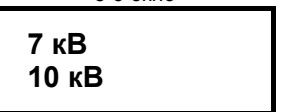

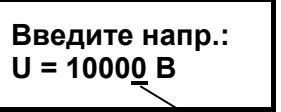




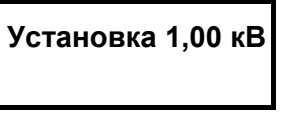

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Войти в меню режимов и выбрать режим ИПРН, для чего: 1) нажать кнопку ; 2) используя кнопки и , установить курсор < на строку "ИПРН выкл".	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Просмотр архива ИПРН выкл < </div>



№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
2	Включить ИПРН, для чего нажать кнопку  .	

7.3.2 Измерение С и tgδ при отсутствии токов влияния

Измерения рекомендуется проводить в режиме накопления результатов при числе усредняемых значений N=5 (п.п.1-3 раздела 7.1.4).


№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Выбрать значение рабочего напряжения, при котором будет выполняться измерение С и tgδ. По умолчанию после включения ИПРН устанавливается значение рабочего напряжения равное 1 кВ.	
2	Для установки другого значения необходимо: 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  2ДЕЖ и  8ЩЪЫ , выбрать значение напряжения. <i>Если режим ИПРН был ранее включен, в 1-е окно можно попасть с помощью нажатия быстрой кнопки  5отрс из основного окна.</i>	 



№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
	Можно выбрать фиксированные значения напряжения или с помощью пункта меню "Другое" ввести любое значение напряжения в диапазоне от 1 до 10 кВ. Если выбран пункт меню "Другое", то нажать  и с помощью кнопок  -  ввести необходимое значение напряжения, в вольтах: – перемещение курсора знакоместа  +  4ЛМН ,  +  6ТУФХ ; – удаление предыдущего символа  .	   Курсор 
3	Для подтверждения выбора значения напряжения нажать кнопку  .	
4	Измерить параметры объекта С и tgδ: 1) нажать кнопку  .	 



№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
	2) по окончании измерения на экране БУ появятся параметры объекта и значение рабочего напряжения.	<p>3-ое окно</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Снятие напряжения</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Сх=115,5 пФ tgδ = 1,37 e-02</div> <p>В данном случае: $tg\delta = 1,37 \cdot e-02 = 1,37 \cdot 10^{-2} = 1,37 \%$.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Ur=1,035 кВ</div>
5	Для проведения повторных измерений параметров С и tgδ этого же объекта повторить п.4 данной таблицы.	
6	Для возврата в основное окно на БУ нажать кнопку  .	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">17:22 15/04/08 С, tgδ вкл </div>




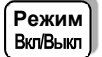


7.3.3 Измерение С и tgδ при наличии токов влияния (режим смены фазы)

Измерения рекомендуется проводить в режиме накопления результатов при числе усредняемых значений N=5 (п.п. 1-3 раздела 7.1.4).

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Включить режим смены фазы, для чего выполнить п.п.1-3 таблицы раздела 7.1.5.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">17:22 15/04/08 С, tgδ вкл </div>

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
2	Установить значение рабочего напряжения, при котором будет выполняться измерение С и tgδ, для чего выполнить п.п.1-3 таблицы раздела 7.3.2.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">17:22 15/04/08 С, tgδ вкл </div>
3	Выполнить измерение параметров объекта С и tgδ, для чего нажать кнопку  .	<p>Например:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Установка 1,00 кВ Ф1</div> <p>Прозвучит звуковой сигнал и загорится индикатор включения рабочего напряжения (поз.11, рисунок 7.3).</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Идет 1-е 1,00 кВ измерение Ф1</div> <p>Номер измерения будет меняться синхронно с прохождением каждого последующего измерения из запущенной серии. "Ф1" – означает, что выполняется первое измерение в режиме смены фазы.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Снятие напряжения</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Смена фазы</div> <p>Прозвучит звуковой сигнал.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Установка 1,00 кВ Ф2</div>

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Идет 1-е 1,00 кВ измерение Ф2</div> <p>Номер измерения будет меняться синхронно с прохождением каждого последующего измерения из запущенной серии. "Ф2" – означает, что выполняется второе измерение в режиме смены фазы.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Снятие напряжения</div> <p>Прозвучит звуковой сигнал и погаснет индикатор включения рабочего напряжения (поз.11, рисунок 7.3).</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Сх = 1,4358 нФ tgδ = 1,023 e-02</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">U_p = 9596 В I_в = 15 % (60 мкА)</div>
	По окончании измерения на экране БУ появятся: в первом окне – рассчитанные параметры объекта, во втором окне – значения рабочего напряжения и тока влияния.	
4	Для проведения повторных измерений параметров С и tgδ этого же объекта повторить п.3 данной таблицы.	
5	Закончить измерения, для чего нажать кнопку  .	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">17:22 15/04/08 С, tgδ вкл </div>

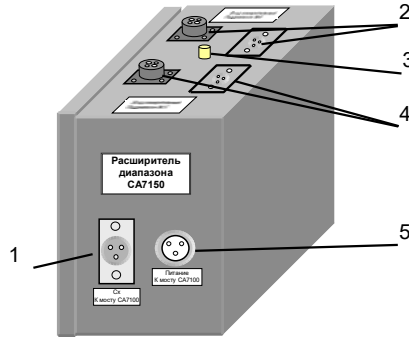
№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
6	<p>Выключить режим смены фазы, если последующие измерения будут выполняться без смены фазы:</p> <p>1) нажать кнопку </p> <p>2) используя кнопки  и  (8ЦЗЫ), установить курсор < на строку "Смена фазы вкл."</p> <p>3) Нажать кнопку .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Смена фазы выкл Назв. объекта</div>
7	Для возврата в основное окно на БУ нажать кнопку  .	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">17:22 15/04/08 С, tgδ вкл </div>

7.4 Порядок работы при использовании Расширителя диапазона СА7150

Расширитель диапазона СА7150 предназначен для расширения диапазона измерения электрической емкости Моста СА7100 (6-7 п/д) за счет прецизионного преобразования тока в цепи объекта измерений. С целью уменьшения влияния сопротивления подводящих проводов и контактов Расширитель СА7150 подключается к объекту измерений по четырехзажимной схеме. **Подключение Расширителя СА7150 выполнять при отключенном рабочем напряжении и выключенном Мосте!**

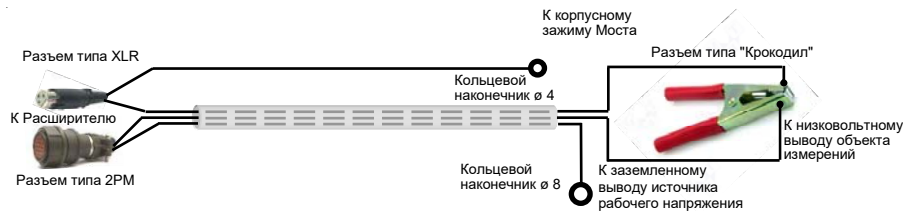
7.4.1 Подготовка к работе

1) Внешний вид Расширителя СА7150 показан на рисунке 7.5, а на рисунках 7.6-7.7 показано схематическое изображение кабелей для его подключения.

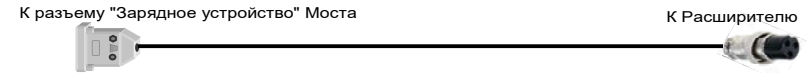


- 1 – разъем "Сх" для подключения кабеля измерительного КИ2;
- 2 – разъемы "Вход измерительный Поддиапазон №6" для подключения кабеля измерительного КИ6 при измерениях на поддиапазоне №6;
- 3 – корпусной зажим;
- 4 – разъемы "Вход измерительный Поддиапазон №7" для подключения кабеля измерительного КИ6 при измерениях на поддиапазоне №7;
- 5 – разъем "Питание" для подключения кабеля питания Расширителя СА7150

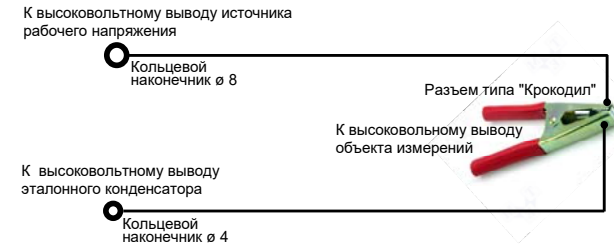
Рисунок 7.5



Кабель измерительный КИ6
Рисунок 7.6



Кабель питания Расширителя
Рисунок 7.7



Кабель высоковольтный КВ6
Рисунок 7.8

2) Для выполнения измерений на 6 и 7 п/д с использованием Расширителя СА7150 собрать схему измерительную, показанную на рисунке 7.9 или 7.10. Для измерений на 6 п/д кабель измерительный КИ6 подключить к группе разъемов "Вход измерительный поддиапазон №6" Расширителя СА7150, на 7 п/д – к группе разъемов "Вход измерительный поддиапазон №7".

3) Включить Мост.

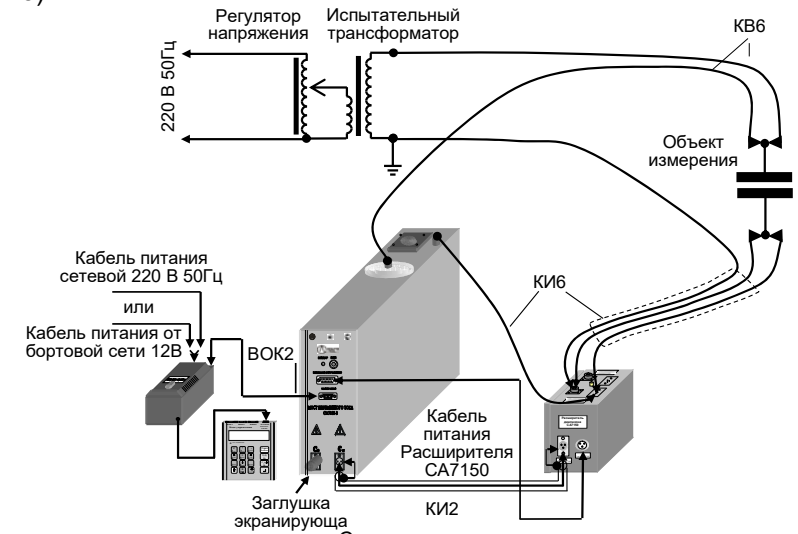


Схема измерительная
при использовании встроенного эталонного конденсатора
Рисунок 7.9

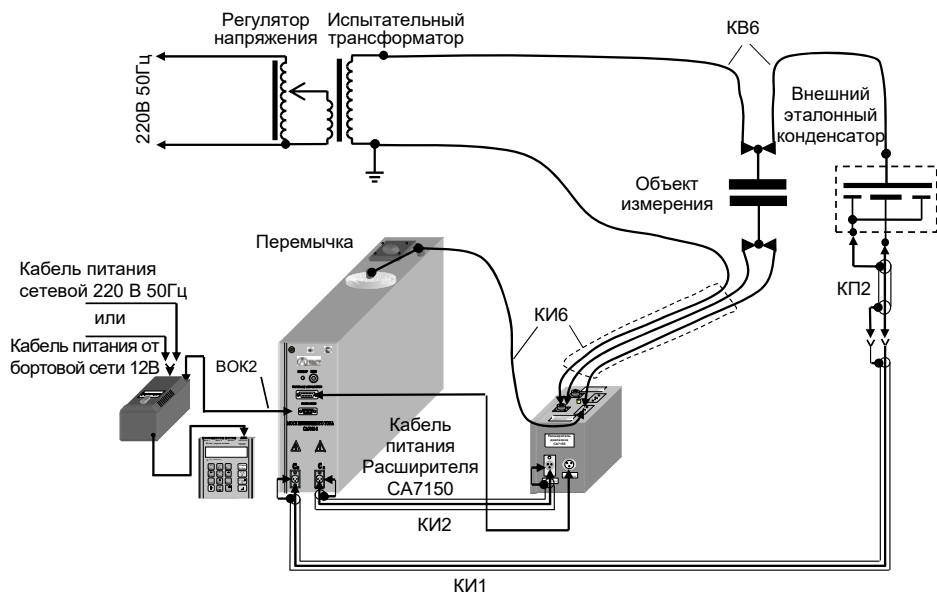



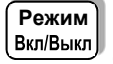









Схема измерительная
при использовании внешнего эталонного конденсатора








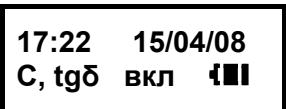
Рисунок 7.10

7.4.2 Включение Расширителя СА7150

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Войти в меню режимов и выбрать режим включения Расширителя СА7150:</p> <p>1) нажать кнопку  ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор < на строку "Дополн.п/д выкл".</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Поверка Up выкл Дополн.п/д выкл <</p> </div>

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ								
2	<p>Включить Расширитель СА7150, для чего нажать кнопку  .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Поверка Up выкл Дополн.п/д вкл <</p> </div>								
3	<p>Выбрать поддиапазон согласно собранной схеме с учетом указаний п.2 раздела 7.4.1, для чего:</p> <p>1) нажать кнопку  ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор < на соответствующую строку.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">6</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">7</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">8</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">9</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">↑</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </div>	6	7	8	9	↑			
6	7	8	9							
↑										
4	<p>Для возврата в основное окно нажать кнопку  .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">17:22</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">15/04/08</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C, tgδ П6</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">вкл </td> </tr> </table> </div>	17:22	15/04/08	C, tgδ П6	вкл 				
17:22	15/04/08									
C, tgδ П6	вкл 									
5	<p>Измерения C, $tg\delta$ выполнять в соответствии с разделом 7.1 или 7.2.</p>									

7.4.3 Выключение Расширителя СА7150

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Войти в меню режимов и выбрать режим включения Расширителя СА7150: 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  и  , установить курсор < на строку "Дополн. п/д вкл".	
2	Выключить Расширитель СА7150, для чего нажать кнопку  .	
3	Для возврата в основное окно нажать кнопку  .	

7.5 Измерение R объекта

В этом режиме могут быть измерены:

- сопротивление изоляции постоянному току R;
- сопротивление изоляции постоянному току R_{T1} , измеренное через время T1 после подачи постоянного напряжения U, и сопротивление изоляции постоянному току R_{T2} , измеренное через время T2 после подачи постоянного напряжения U.

По умолчанию T1=15 сек, T2=60 сек. Значения T1 и T2 могут быть установлены пользователем в диапазоне от 15 до 600 с, причем T2 должно быть больше T1.

По результатам измерений автоматически рассчитывается коэффициент абсорбции $K_a = \frac{R_{T1}}{R_{T2}}$.

7.5.1 Подключение оборудования для проведения измерения R

1) Подготовить Мост к работе в соответствии с п.1 раздела 6.1.

Внимание! В условиях большой напряженности электромагнитного поля вывод кабеля высоковольтного (KB1), который подключается к объекту измерения, должен быть во время подключения соединен с защитным заземлением!

2) Собрать схему подключения оборудования для проведения измерения R с помощью Моста в соответствии с рисунком 7.11.

ВНИМАНИЕ! К в/в выводу модуля измерения R должен быть подключен только объект измерения, как показано на рисунке 7.11. На этот вывод категорически запрещена подача переменного напряжения относительно корпуса прибора. Невыполнение этого требования приведет к выходу из строя Моста!

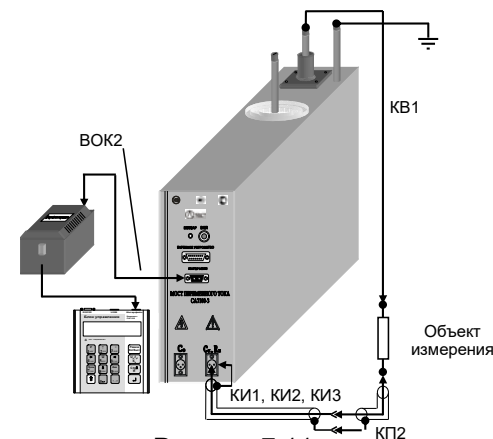



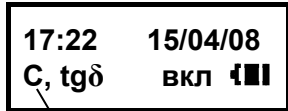
Рисунок 7.11

7.5.2 Включение Моста

1) Включить питание Моста в соответствии с п.1 таблицы раздела 6.1.

2) Включить Мост, для чего нажать кнопку , на экране БУ появится один из вариантов основного окна:

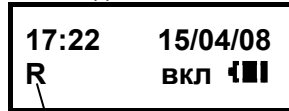
Для CA7100-1, CA7100-2, CA7100-3





Установлен режим измерения C и tgδ

или








Для CA7100-3










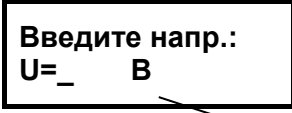

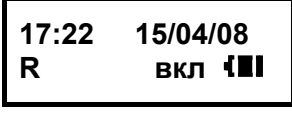

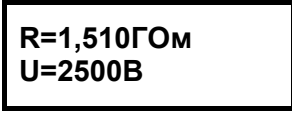






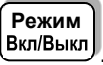
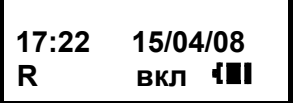



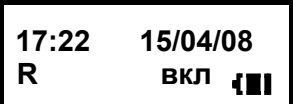
Установлен режим измерения R

3) Если режим измерения R не установлен, то установить его, для чего нажать  + .


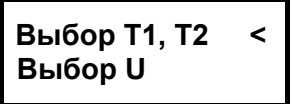
7.5.3 Измерение R



















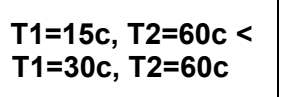
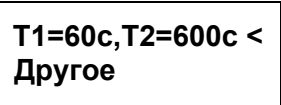

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Выбрать значение напряжения U, при котором будет произведено измерение R. По умолчанию, после включения Моста устанавливается значение 2500 В.</p> <p>Для выбора другого значения необходимо:</p> <p>1) Войти в режим выбора значения напряжения, при котором будет произведено измерение R, для чего нажать кнопку ;</p> <p>2) Используя кнопки   и  , установить выбранное значение напряжения.</p>	<p>1-ое окно</p>  <p>2-ое окно</p> 



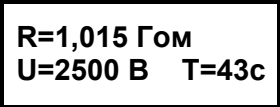



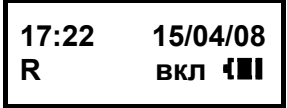
№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
	<p>Можно выбрать фиксированные значения напряжения или с помощью пункта меню "Другое" ввести любое значение напряжения в диапазоне от 100 до 2500 В.</p> <p>Если выбран пункт меню "Другое", то нажать  и с помощью кнопок   ввести необходимое значение напряжения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перемещение курсора знака места  + ,  + ; – удаление предыдущего символа . 	<p>3-ое окно</p>   <p>Курсор знакоместа</p>
2	Отсоединить корпусной зажим Блока измерительного и в/в вывод эталонного конденсатора от защитного заземления.	
3	Для установки напряжения нажать  .	
4	Измерить R, для чего нажать кнопку  .	<p>Идет измерение сопротивления</p> <p>Через несколько секунд будет выведен результат измерения</p> 

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
	<p>Результат измерения R можно отобразить в мегаомах, для чего:</p> <p>1) нажать кнопку  и вернуться в основное окно;</p> <p>2) нажать кнопку , войти в меню режимов и, используя кнопки  и , установить курсор < на строку "Рез. в МОм выкл";</p> <p>3) нажать кнопку .</p>	   <p><i>Результат последующих измерений R будет отображаться в мегаомах.</i></p>
3	<p>Для возврата в основное окно нажать кнопку .</p>	

7.5.4 Измерение R с расчетом коэффициента абсорбции K_a

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Установить напряжение, при котором будет произведено измерение R в соответствии с п.1 раздела 7.5.3.</p>	
2	<p>Войти в меню режимов и выбрать режим выбора времени T1 и T2 измерения R, для чего нажать:</p> <p>1) нажать кнопку .</p>	

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
	<p>2) используя кнопки  и , установить курсор < на строку "Выбор T1,T2";</p> <p>3) нажать кнопку .</p>	
3	<p>Установить отсчеты времени T1 и T2 измерения R, для чего:</p> <p>1) используя кнопки  и , установить курсор < на нужный вариант;</p> <p>2) нажать кнопку .</p> <p><i>Можно выбрать фиксированные значения отсчетов времени или с помощью пункта меню "Другое" ввести любое значение в диапазоне от 15 до 600с, причем T2 должно быть больше T1. Если выбран пункт меню "Другое",</i></p> <p>то нажать  и, используя кнопки  - , ввести необходимое значение отсчетов времени:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перемещение курсора по строкам  +  ,  +  ; – перемещение курсора по знакам местам  +  ,  +  ; – удаление предыдущего символа . 	<p><i>1-ое окно</i></p>  <p><i>2-ое окно</i></p>   <p>Курсор</p>

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
3	Для ввода заданных значений нажать кнопку 	
4	Отсоединить корпусной зажим Блока измерительного и в/в вывод эталонного конденсатора от защитного заземления.	
5	Измерить значения R_{T1} , R_{T2} и K_a , для чего нажать 	<p>Идет измерение сопротивления</p> <p><i>Через несколько секунд появится окно, демонстрирующее динамику изменения R.</i></p> 
6	Просмотреть результаты измерения с помощью кнопок  и  и 	<p><i>По окончании T2 появится результат измерения, например:</i></p> <p>1-ое окно</p>  <p>2-ое окно</p> 
7	Для возврата в основное окно на БУ нажать кнопку 	

7.6 Автоматическое коммутирование режимов измерений "C, tgδ" ↔ "R" в измерительной цепи Моста и схем измерений (Коммутатор СА7161)

В условиях большой напряженности электромагнитного поля для обеспечения устойчивой работы Моста корпусной зажим Блока измерительного во время коммутации должен быть соединен с защитным заземлением!

Коммутатор СА7161 предназначен для автоматического переключения вариантов измерительных схем ("прямая" – "инверсная") Мостов СА7100-2 и СА7100-3, а также переключения режимов измерений "C, tgδ" ↔ "R" Моста СА7100-3, установленных в передвижной лаборатории. Коммутатор СА7161 может использоваться только в режиме измерений при использовании встроенного конденсатора.

Обязательным условием применения Коммутатора СА7161 является использование в измерительной цепи испытательного трансформатора, допускающего заземление любого из выводов в/в обмотки (например, НОМ10)!

Рабочее напряжение Коммутатора СА7161 – не более 10 кВ.

В состав Коммутатора СА7161, структурная схема которого показана на рисунке 7.12, входят:

- ключ K1 для переключения режимов измерения "C, tgδ" ↔ "R" Моста;
- сдвоенный ключ K2, обеспечивающий коммутацию схем измерения "прямая" – "инверсная".

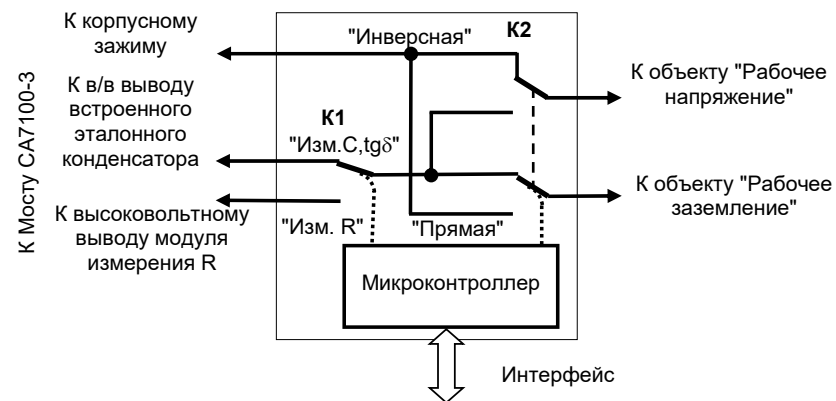
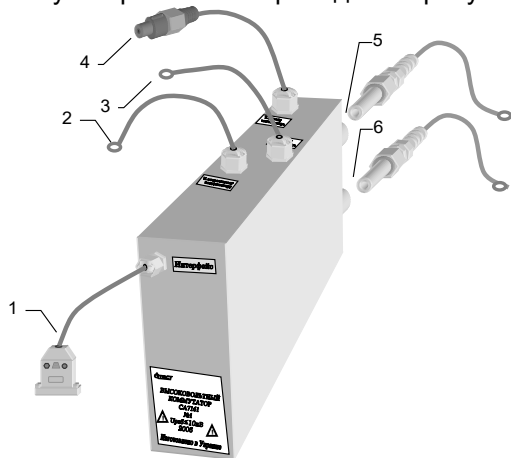


Рисунок 7.12.

Управление переключением осуществляется микроконтроллером по командам БУ Мостов СА7100-2 и СА7100-3. Связь Коммутатора СА7161 с БУ осуществляется через интерфейсный кабель, подключаемый к входу "Зарядное устройство" Блока измерительного Моста.

Внешний вид Коммутатора СА7161 приведен на рисунке 7.13.



- 1 – кабель интерфейсный с разъемом, подключаемым к входу "Зарядное устройство" Блока измерительного Моста;
- 2 – кабель с кольцевым наконечником, подключаемый к в/в выводу встроенного эталонного конденсатора Блока измерительного Моста;
- 3 – кабель с кольцевым наконечником, подключаемым к корпусному зажиму Блока измерительного Моста;
- 4 – кабель с разъемом, подключаемым к в/в выводу модуля измерения R Блока измерительного Моста;
- 5 – в/в разъем "Рабочее напряжение" и кабель высоковольтный (КВ4) с кольцевым наконечником;
- 6 – в/в разъем "Рабочее заземление" и кабель высоковольтный (КВ5) с кольцевым наконечником

Рисунок 7.13

7.6.1 Подготовка к работе

1) Не вынимая Блок измерительный Моста и Коммутатор СА7161 из сумки укладочной, подключить разъемы Коммутатора (поз.1-4, рисунок 7.13) к соответствующим входам Блока измерительного (рисунок 7.14). **Подключение Коммутатора выполнять при отключенном рабочем напряжении и выключенном Мосте!**

2) Установить Блок измерительный Моста и Коммутатор СА7161 в сумке укладочной в состав передвижной лаборатории и подключить кабель высоковольтный (КВ4) к в/в разъему "Рабочее напряжение" Коммутатора (поз.5, рисунок 7.13) и к короткозамыкателю, как показано на рисунке 7.15, а кабель высоковольтный (КВ5) к в/в разъему

"Рабочее заземление" Коммутатора (поз.6, рисунок 7.13.) и к рабочему заземлению измерительной схемы (рисунок 7.15).

3) Дальнейшие подключения проводить в соответствии с разделом 7.7.

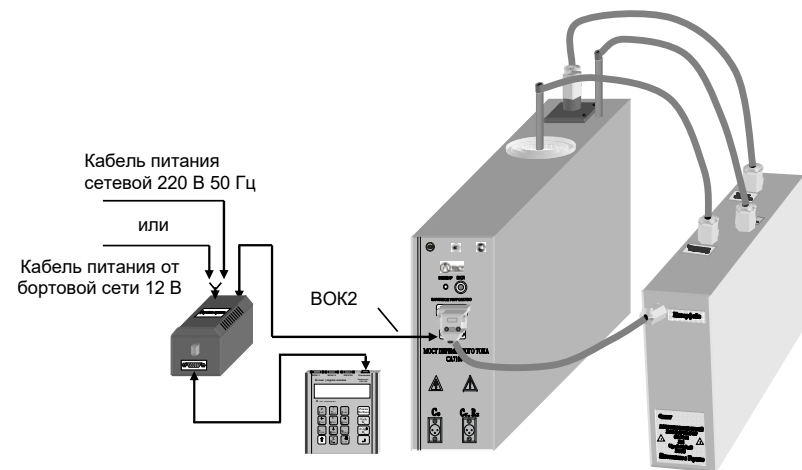








Рисунок 7.14



4) После установки Коммутатора СА7161 в состав передвижной лаборатории, перед первым использованием, Коммутатор необходимо включить.

7.6.2 Включение Коммутатора СА7161

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Включить питание Моста в соответствии с п.1 раздела 6.1.	<p>На экране появится один из вариантов основного окна:</p> <ul style="list-style-type: none"> – если включен режим измерения C, tgδ: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>17:22 15/04/08 C, tgδ выкл [■]</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> – если включен режим измерения R <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>17:22 15/04/08 R выкл [■]</p> </div>

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
2	<p>Войти в меню режимов и выбрать режим включения Коммутатора, для чего на клавиатуре БУ:</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор < на строку "ВВ коммут.выкл".</p>	<p>На экране появится один из вариантов окна:</p> <p>– если включен режим измерения С, tgδ;</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> ВВ коммут.выкл< Поверка С₀ выкл </div> <p>– если включен режим измерения R</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> ВВ коммут.выкл< Сброс БИ </div>
3	<p>Включить Коммутатор, для чего нажать кнопку .</p>	<p>На экране появится один из вариантов окна:</p> <p>– если включен режим измерения С, tgδ;</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> ВВ коммут. вкл< Поверка С₀ выкл </div> <p>– если включен режим измерения R</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> ВВ коммут. вкл< Сброс БИ </div>
4	<p>Для возврата в основное окно нажать кнопку .</p>	<p>На экране появится один из вариантов основного окна:</p> <p>– если включен режим измерения С, tgδ;</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> 17:22 15/04/08 С, tgδ выкл █ █ █ </div> <p>– если включен режим измерения R</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> 17:22 15/04/08 R выкл █ █ █ </div>


№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
5	<p>Включить Мост, для чего нажать кнопку .</p> <p>Дальнейшие действия выполнять в соответствии с указаниями настоящего РЭ.</p> <p>При включении Моста устанавливается "инверсная" схема измерений.</p> <p>Включена "инверсная" схема измерений</p>	<p>На экране появится один из вариантов основного окна:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> 17:22 15/04/08 С, tgδ вкл █ █ █ █ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> 17:22 15/04/08 R вкл █ █ █ █ </div>





Коммутация измерительной схемы Моста CA7100-3 при измерениях С, tgδ или R выполняется Коммутатором CA7161 автоматически при переключении режимов измерений "С, tgδ" ↔ "R" нажатием кнопки БУ  + .

При повторном использовании Мостов CA7100-2 и CA7100-3 установки предыдущего сеанса работы сохраняются и, соответственно, Коммутатор остается включенным.

7.6.3 Переключение схемы измерения

Переключение схемы измерения Мостов CA7100-2 и CA7100-3 должно производиться при отключенном рабочем напряжении!








№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Включить питание Моста в соответствии с п.1 раздела 6.1 РЭ, а затем включить Мост, для чего нажать кнопку .</p> <p>"П" – "прямая" схема измерений; "И" – "инверсная" схема измерений.</p>	<p>На экране появится один из вариантов основного окна:</p> <p>– если включен режим измерения С, tgδ;</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> 17:22 15/04/08 С, tgδ вкл █ █ █ █ </div> <p>– если включен режим измерения R.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> 17:22 15/04/08 R вкл █ █ █ █ </div>

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
2	<p>Включить "прямую" схему измерений, для чего нажать кнопку , находясь в основном окне. Дальнейшие действия выполнять в соответствии с указаниями настоящего РЭ.</p>	<p>На экране появится один из вариантов основного окна: – если включен режим измерения С, tgδ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 17:22 15/04/08 С, tgδ вкл  П </div> <p>– если включен режим измерения R</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 17:22 15/04/08 R вкл  П </div>
3	<p>Включить "инверсную" схему измерений, для чего нажать кнопку , находясь в основном окне. Дальнейшие действия выполнять в соответствии с указаниями настоящего РЭ.</p>	<p>На экране появится один из вариантов основного окна: – если включен режим измерения С и tgδ;</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 17:22 15/04/08 С, tgδ вкл  И </div> <p>– если включен режим измерения R.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 17:22 15/04/08 R вкл  И </div>

7.6.4 Выключение Коммутатора CA7161

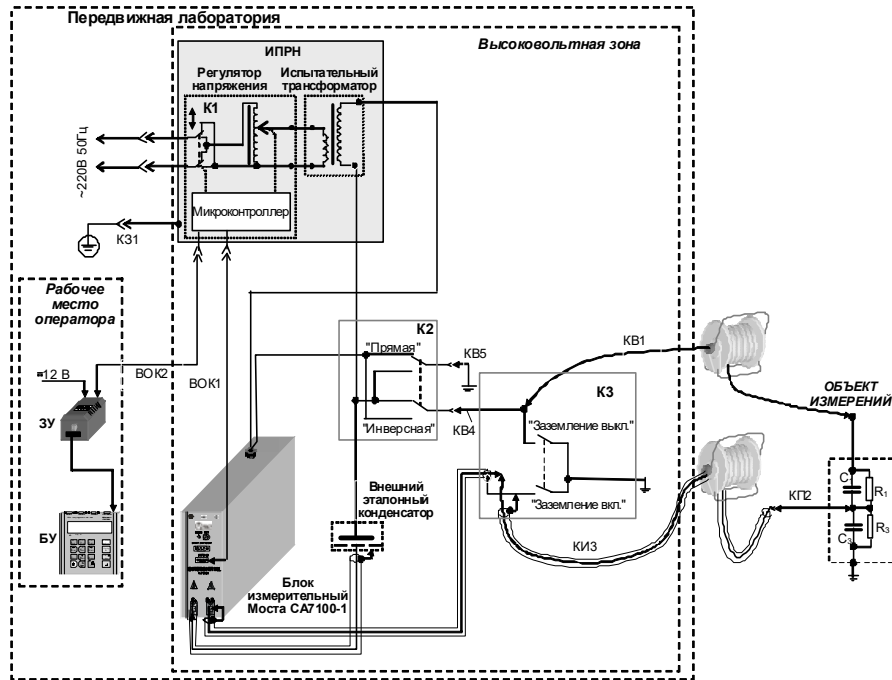
Необходимость выключения Коммутатора CA7161 может возникнуть при проверке работоспособности Моста с помощью Устройства тестирующего CA7135, при работе с внешним эталонным конденсатором, а также при дифференциальном контроле объектов, находящихся под рабочим напряжением, с использованием устройств согласования CA7140.

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Отсоединить кабели Коммутатора CA7161 (поз.1-4 рисунка 7.13) от Моста.	

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
2	<p>Войти в меню режимов и выбрать режим включения Коммутатора CA7161, для чего на клавиатуре БУ:</p> <p>1) нажать кнопку  ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор < на строку "ВВ коммут.вкл".</p>	<p>На экране появится один из вариантов окна: – если включен режим измерения С и tgδ;</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> ВВ коммут.вкл< Поверка С₀ выкл </div> <p>– если включен режим измерения R.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> ВВ коммут.вкл< Сброс БИ </div>
3	<p>Выключить Коммутатор CA7161, для чего нажать кнопку .</p>	<p>На экране появится один из вариантов окна: – если включен режим измерения С и tgδ;</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> ВВ коммут.выкл< Поверка С₀ выкл </div> <p>– если включен режим измерения R.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> ВВ коммут.выкл< Сброс БИ </div>
4	<p>Для возврата в основное окно нажать кнопку .</p>	<p>На экране появится один из вариантов основного окна: – если включен режим измерения С и tgδ;</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 17:22 15/04/08 С, tgδ вкл  П </div> <p>– если включен режим измерения R.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 17:22 15/04/08 R вкл  П </div>

7.7 Измерение C , $\text{tg}\delta$ и R при использовании Моста в составе передвижной лаборатории.

Схема подключения Моста CA7100-1 в составе передвижной лаборатории показана на рисунке 7.15, Моста CA7100-2 – на рисунке 7.16, Моста CA7100-3 – на рисунке 7.17. **Использование других схем подключения может привести к появлению погрешностей измерений или даже к выходу из строя Моста!**



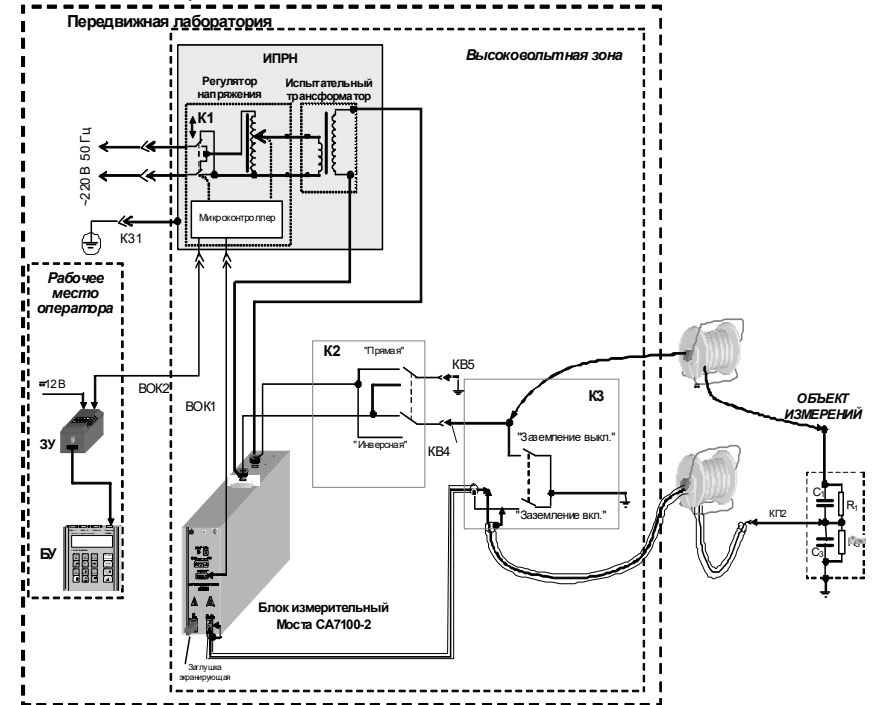
ИПРН – источник переменного рабочего напряжения (в состав которого входят: K1 – коммутатор для поворота фазы сетевого напряжения на 180° , регулятор напряжения, испытательный трансформатор и микроконтроллер); K2 – в/в переключатель вариантов измерительных схем ("прямая – инверсная"); K3 – короткозамыкатель; KV1, K31, KP2, KI3 – кабели из комплекта Моста (при отсутствии в комплекте кабеля K31 для подключения к заземлению вывода "Защитное заземление ИПРН" может быть использован кабель собственного производства)

Рисунок 7.15

Если в комплект поставки ИПРН не входит, то в качестве испытательного трансформатора следует использовать трансформатор, который допускает заземление любого из выводов в/в обмотки (например, НОМ10, НОМ15 и т.п.).

Установка рабочего напряжения в таком случае должна осуществляться с помощью регулятора напряжения, выполненного в виде автотрансформатора, имеющего мощность, достаточную для работы совместно с испытательным трансформатором. Причем максимальное значение выходного напряжения регулятора не должно превышать значения максимально допустимого входного напряжения испытательного трансформатора.

Коммутатор K1 предназначен для поворота фазы сетевого напряжения на 180° при проведении измерений методом двух отсчетов (раздел 7.1.4) и должен быть рассчитан на сетевое напряжение 220 В 50 Гц.



ИПРН – источник переменного рабочего напряжения (в состав которого входят: K1 – коммутатор для поворота фазы сетевого напряжения на 180° , регулятор напряжения, испытательный трансформатор и микроконтроллер); K2 – в/в переключатель вариантов измерительных схем ("прямая – инверсная") или коммутатор CA7161; K3 – короткозамыкатель; KV1, K31, KP2, KI3 – кабели из комплекта Моста (при отсутствии в комплекте кабеля K31 для подключения к заземлению вывода "Защитное заземление ИПРН" может быть использован кабель собственного производства)

Рисунок 7.16

Для обеспечения безопасности персонала и оборудования, а также для удобства работы, в передвижной лаборатории должны

РАБОТА С МОСТОМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ БУ Использование Моста в составе передвижной лаборатории

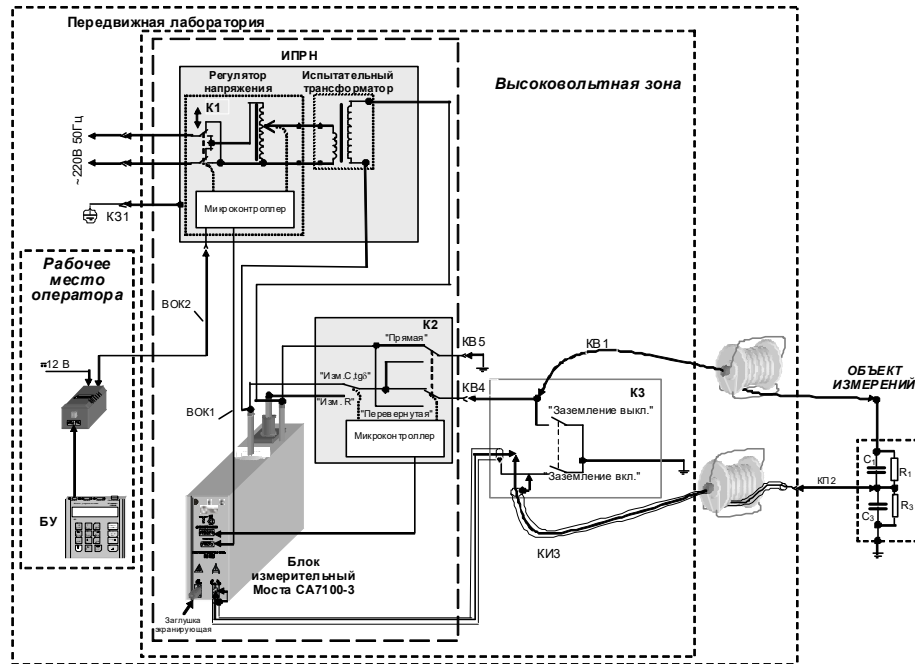
CA7100...

быть установлены в/в коммутаторы K2, K3, рассчитанные на рабочее напряжение, и их подключение следует выполнить проводом, внешняя изоляция которого также выдерживает рабочее напряжение.

Коммутатор K2 обеспечивает проведение измерений по "прямой" и "инверсной" схемам. В Мосте CA7100-2 в качестве коммутатора K2 может быть применен Коммутатор CA7161. **Внимание! На выходе KB4 Коммутатора K2 всегда устанавливается высокое напряжение, как при "прямой", так и при "инверсной" схемах измерения!**

Короткозамыкатель K3, выполненный в виде заземляющих ножей, обеспечивает видимый контакт с рабочим заземлением "⚡" кабелей, идущих к объекту.

В базовую комплектацию Моста CA7100-3 входит Коммутатор CA7161, обеспечивающий автоматическое коммутирование режимов измерения "С, tgδ" ↔ "R" и схем измерений "прямая" – "инверсная".



ИПРН – источник переменного рабочего напряжения (в состав которого входят: K1 – коммутатор для поворота фазы сетевого напряжения на 180°, регулятор напряжения, испытательный трансформатор и микроконтроллер); K2 – коммутатор CA7161; K3 – короткозамыкатель; KB1, K31, K12, K13 – кабели из комплекта Моста (при отсутствии в комплекте кабеля K31 для подключения к заземлению вывода "Защитное заземление ИПРН" может быть использован кабель собственного производства)

Рисунок 7.17

РАБОТА С МОСТОМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ БУ Использование Моста в составе передвижной лаборатории

CA7100...

7.7.1 Установка Моста в состав передвижной лаборатории

1) Собрать одну из схем, приведенных на рисунках 7.15-7.18, в соответствии с исполнением и комплектацией Моста. При подключении могут использоваться кабели из комплекта Моста, а также кабели собственного изготовления. Кабели собственного изготовления на этих рисунках не поименованы.

2) Составные части измерительной схемы, находящиеся под рабочим напряжением, расположить в огражденной в/в зоне.

3) Блок измерительный Моста CA7100-2 или Блок измерительный Моста CA7100-3 и Коммутатор CA7161 разместить в в/в зоне, не вынимая их из сумок укладочных;

4) БУ и ЗУ установить на рабочее место оператора;

5) ЗУ запитать от бортовой сети 12 В.

На рисунке 7.18 приведен пример размещения Моста CA7100-3, Коммутатора CA7161 и ИПРН в составе передвижной лаборатории.

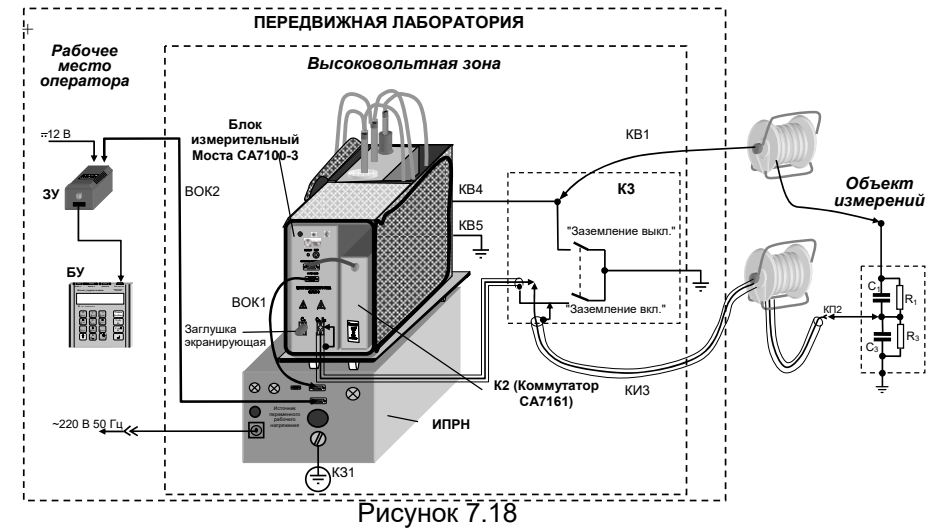


Рисунок 7.18

7.7.2 Подключение к объекту измерений

На схемах (рисунки 7.15-7.17), в качестве примера, схематически показан один из типичных объектов измерения (ввод высоковольтный типа МТ, МВ, МНВ и т.п.).

1) Установить короткозамыкатель K3 в положение "Заземление вкл."

2) Подсоединить кабели KB1 и KI3, как показано на рисунке 7.18.

Если вместо кабеля KB1 предполагается использование кабеля собственного изготовления, то следует учесть, что изоляция данного кабеля должна быть рассчитана на рабочее напряжение.

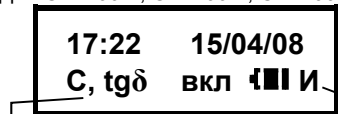
Конструкция кабеля КИЗ такова, что при измерениях по "инверсной" схеме при рабочем напряжении до 10 кВ, его внешняя изоляция может касаться заземленных частей объекта, поэтому не требуется развешивание этого кабеля на диэлектрических стойках.

7.7.3 Включение Моста

1) Включить питание Моста в соответствии с п.1 таблицы раздела 6.1.

2) Включить Мост, для чего нажать кнопку **Режим Вкл/Выкл**, на экране БУ появится один из вариантов основного окна:

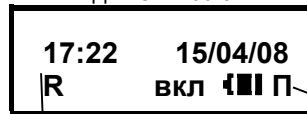
Для CA7100-1, CA7100-2, CA7100-3



Установлен режим измерения C и tgδ

"Инверсная" схема измерений, если используется Коммутатор CA7161

Для CA7100-3



Установлен режим измерения R

"Прямая" схема измерений, если используется Коммутатор CA7161

3) Установить необходимую схему измерений ("прямая" или "инверсная"), для чего установить коммутатор K2 в соответствующее положение. Если используется Коммутатор CA7161, выполнить указания п. 2 или п.3 раздела 7.7.4

4) Если необходимо изменить режим измерения "C, tgδ" ↔ "R", то

следует нажать **↑** + **Режим Вкл/Выкл**.

5) Установить короткозамыкатель K4 в положение "Заземление выкл."

7.7.4 Порядок работы

Выполняется в соответствии с указаниями разделов 7.1.3-7.1.5, 7.2 при измерении C и tgδ и разделов 7.5.3-7.5.4 при измерении R, в зависимости от установленного режима.

7.7.5 Использование Моста в виде передвижной установки

Все составные части Моста: БУ, Блок измерительный, ЗУ, ИПРН, Коммутатор CA7161 и укладочные сумки могут быть размещены на тележке, что позволяет использовать Мост, как передвижную установку.

Общий вид Моста, установленного на тележке и развернутого для работы, показан на рисунке 7.23

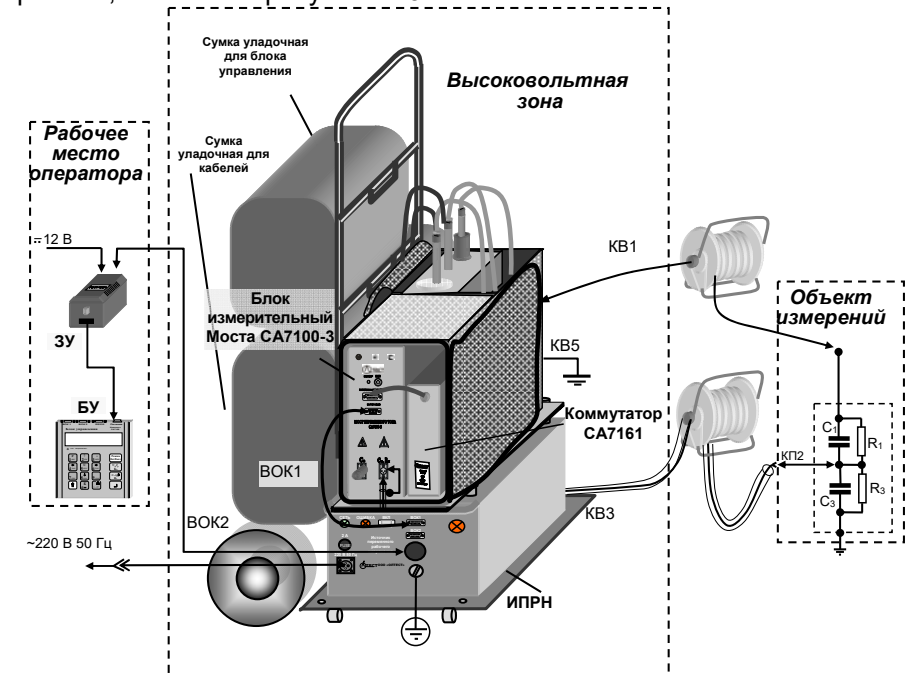


Рисунок 7.19

7.7.6 Монтаж и подключение оборудования

- 1) Собрать тележку (рисунок 7.20, а).
- 2) Установить на тележку ИПРН и закрепить его болтовыми соединениями (рисунок 7.20, б).
- 3) Установить Блок измерительный и Коммутатор, размещенные в сумке укладочной, на платформу ИПРН и закрепить сумку на платформе "липучками" (рисунок 7.20, в).
- 4) Открыть клапаны сумки и зафиксировать их "липучками".
- 5) Установить и закрепить "липучками" на ручке тележки сумки укладочные для БУ и кабелей (рисунок 7.20, в).
- 6) Подключить кабели (рисунок 7.19).

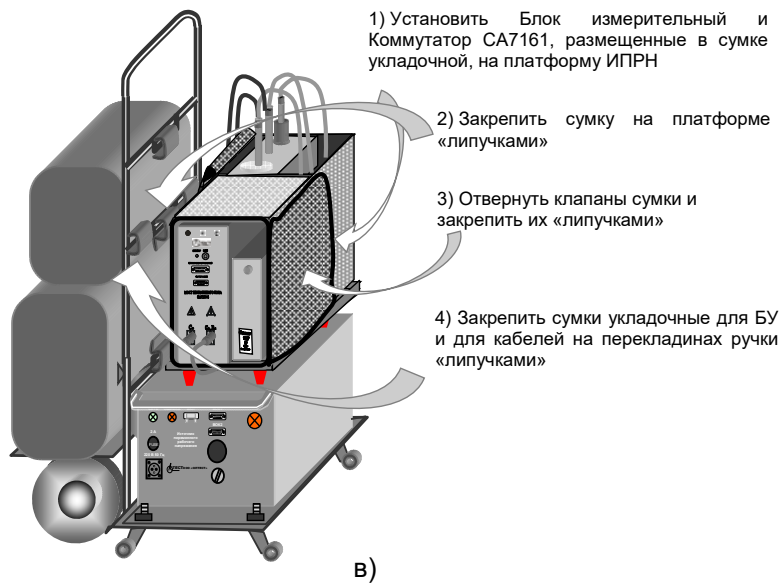
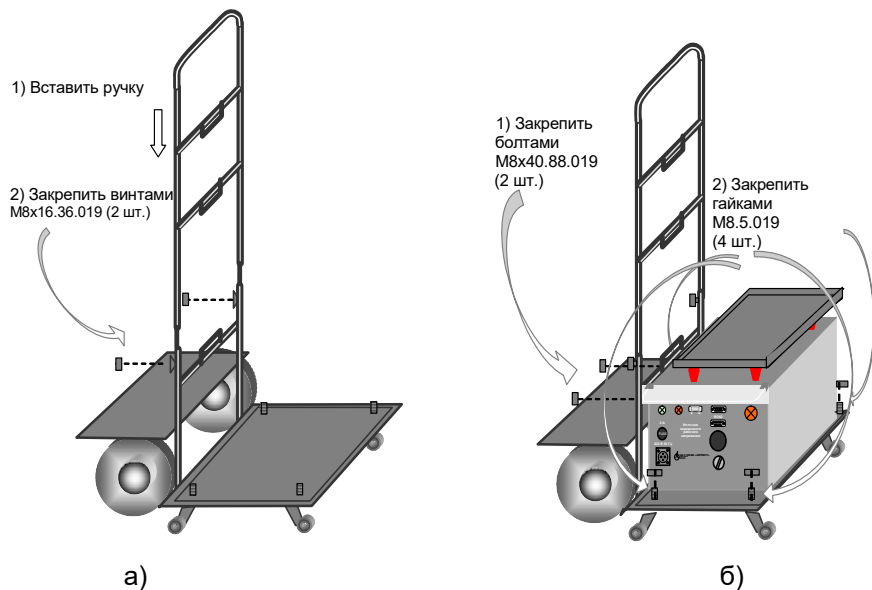


Рисунок 7.20

7.8 Дополнительные функции

7.8.1 Режим сохранения результатов

Этот режим позволяет записывать результаты всех проведенных измерений в память БУ и синхронно в два файла сохранения результатов:

- текстовый файл с расширением .doc,
- файл, сохраняющий данные в формате, пригодном для обработки программой Microsoft Excel.

Если режим сохранения результатов был включен, то память БУ может сохранить до 1000 записей результатов измерений в хронологическом порядке. Когда количество записей в архиве превысит 1000, каждая последующая запись будет записываться на место самой "старой". Таким образом, количество сохраненных записей всегда не превышает 1000.

Записи результатов измерений нескольких объектов могут идентифицироваться по дате и времени измерения. Наряду с этим, для упрощения идентификации объектам могут быть присвоены названия.




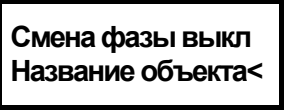









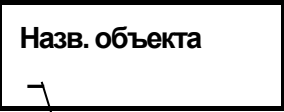
Запись результатов измерений сохраняется в следующем формате:

Дата, время
Объект ⁵
U, В
F, Гц
N
Cx, пф
tgD
R, МОм
Ka
CKO(Cx, R)
CKO (tgD)
T, °C
C/C ⁶
Delta tgD ⁶
Rx, кОм ⁶




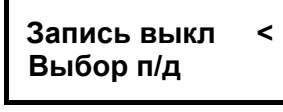


⁵ Для идентификации объектам могут быть присвоены названия. Название объекта будет действовать до его изменения или до выключения Моста.

⁶ Эти параметры сохраняются при проведении дифференциального контроля объектов, находящихся под рабочим напряжением, с помощью Устройства согласования автоматического CA7140 (раздел 7.8.4).







Для ввода названия объекта (не более 14 символов) выполнить действия в соответствии со следующей таблицей:


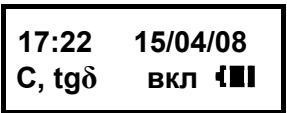
№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Войти в меню режимов и выбрать режим ввода названия объекта:</p> <p>1) нажать кнопку  ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор на строку "Название объекта".</p>	
2	<p>Войти в режим названия объекта и ввести название объекта:</p> <p>1) нажать кнопку  ;</p> <p>2) при вводе названия использовать кнопки  и , многократно нажимая соответствующую кнопку для ввода нужного символа; для перемещения курсора знакоместа –  + ,  + , для удаления символа – .</p> <p>3) нажать кнопку .</p> <p><i>С этого момента всем результатам измерений будет присваиваться это название, которое будет записываться вместе с результатами измерений в файлы сохранения результатов, если режим сохранения результатов измерений был включен (см. следующую таблицу).</i></p>	 <p>Курсор знакоместа</p>
3	<p>При повторных измерениях параметров объектов, которым были присвоены названия, необходимо перед началом измерений очередного объекта вводить его название, выполняя п.п. 1-2 данного раздела.</p>	

Для включения режима сохранения результатов выполнить действия в соответствии со следующей таблицей:

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Войти в меню режимов и выбрать режим сохранения результатов:</p> <p>1) нажать кнопку  ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор < на строку "Запись выкл".</p>	
2	<p>Включить режим записи, для чего нажать кнопку .</p> <p><i>С этого момента все результаты измерений будут фиксироваться в файлах сохранения результатов в памяти БУ. Сохраненные результаты измерений могут быть просмотрены с помощью БУ (раздел 9.1) или переписаны в память персонального компьютера (раздел 9.2).</i></p>	




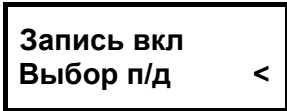
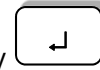


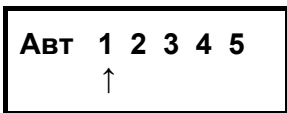

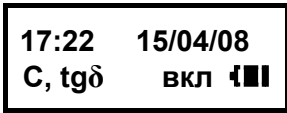
Для выключения режима сохранения результатов выполнить действия в соответствии со следующей таблицей:

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Войти в меню режимов и выбрать режим сохранения результатов:</p> <p>1) нажать кнопку  ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить < на строку "Запись вкл".</p>	
2	<p>Выключить режим сохранения результатов, для чего нажать кнопку .</p> <p><i>С этого момента результаты измерений не сохраняются.</i></p>	

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
3	Для возврата в основное окно на БУ нажать  .	

7.8.2 Установка поддиапазона (п/д) измерений при поверке (калибровке) Моста

По умолчанию в Мосте установлен автоматический выбор поддиапазона. Выбор и установку п/д выполнять в соответствии со следующей таблицей.

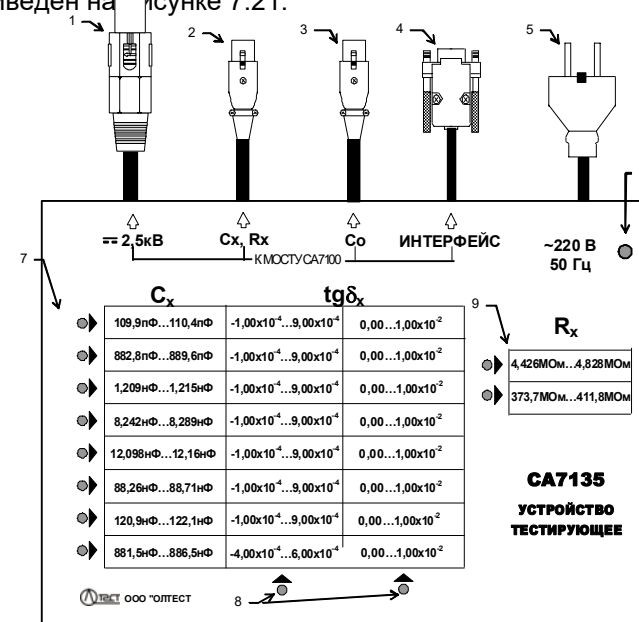
№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Войти в меню режимов и выбрать режим выбора поддиапазонов: 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  и  , установить курсор на строку "Выбор п/д".	
2	Выбрать поддиапазон: 1) нажать кнопку  ; 2) перемещая курсор ↑ с помощью  и  , выбрать поддиапазон.	
3	Для возврата в основное окно нажать кнопку  .	

7.8.3 Измерение параметров объекта под рабочим напряжением (в процессе эксплуатации)

Проведение дифференциального контроля объектов, находящихся под рабочим напряжением, выполняется Мостом с помощью Устройства согласования автоматизированного СА7140, которое не входит в комплект поставки и может быть поставлено отдельно. Порядок проведения дифференциального контроля изложен в Руководстве по эксплуатации СА7140 АМАК. 421451.005 РЭ.

7.8.4 Тестирование Моста

Тестирование Моста выполняется с помощью Устройства тестирующего СА7135 (далее – Устройства СА7135), внешний вид которого приведен на рисунке 7.21.



- 1 – разъем, подключаемый к в/в выводу модуля измерения R Блока измерительного Моста СА7100-3;
- 2 – разъем, подключаемый к входу C_x , R_x Блока измерительного Моста;
- 3 – разъем, подключаемый к входу C_0 Блока измерительного Моста;
- 4 – разъем интерфейсный, подключаемый к входу "Зарядное устройство" Блока измерительного Моста;
- 5 – вилка с контактом защитного заземления кабеля сетевого питания 220 В 50 Гц;
- 6 – индикатор включения питания 220 В 50 Гц;
- 7 – индикаторы-указатели строк при выборе одной из 16-ти мер C ;
- 8 – индикаторы-указатели столбцов при выборе одной из 16-ти мер C ;
- 9 – индикаторы-указатели при выборе одной из двух мер R

Рисунок 7.21

Тестирование может выполняться в ручном и автоматическом режимах.

Устройство CA7135 при подключении к Мосту позволяет провести проверку работоспособности Моста, имитируя на его входах необходимые измерительные сигналы. В состав Устройства входят 16 мер емкости С и 2 меры сопротивления R.

Время тестирования в автоматическом режиме при измерении С и tgδ – не более 3 минут, при измерении R – не более 3 минут.

7.8.4.1 Подготовка к работе

Для подключения Устройства CA7135 и Зарядного устройства Моста к сети переменного тока должна быть использована розетка, в которой имеется зажим защитного заземления. Перед подключением убедиться в том, что зажим подключен к контуру защитного заземления.

Во время проверки работоспособности Моста не прикасаться к измерительной схеме!

1) Подключить разъемы Устройства CA7135 (рисунок 7.21, поз.1, 2, 3, 4) к соответствующим входам Моста. При тестировании Мостов CA7100-1 и CA7100-2 разъем (рисунок 7.21, поз.1) не используется.

2) Соединить в/в вывод встроенного эталонного конденсатора с корпусным зажимом Моста с помощью перемычки, входящей в комплект Моста.



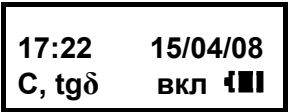





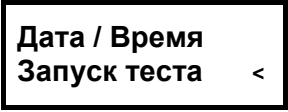




3) Включить Мост в соответствии указаниями п.п. 1, 2 раздела 7.1.2.




4) Подключить кабель сетевого питания (рисунок 7.21, поз.5) к сети 220 В 50 Гц.







Необходимо строго соблюдать последовательность включения Моста и Устройства CA7135. Первым должен быть включен Мост, вторым – Устройство.

7.8.4.2 Порядок работы



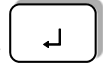
1) Работа с Устройством CA7135 в автоматическом режиме

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Если режим измерения С и tgδ не установлен, то установить его, для чего нажать  +  .	
2	Войти в меню режимов и установить режим тестирования, для чего: 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  и  , установить курсор < на строку "Запуск теста"; 3) нажать  . Установить режим тестирования можно также, нажав "горячую" кнопку  в основном окне.	 
3	Установить автоматический режим тестирования, для чего, используя кнопки  и  , установить курсор на строку "Автомат".	



№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
4	<p>Запустить процесс тестирования режима измерения C и tgδ, нажав кнопку .</p> <p>В состав Устройства CA7135 входят 16 мер C, которые поочередно подключаются к Мосту, в качестве объектов измерений. В процессе выполнения теста на Устройстве CA7135 будут включаться индикаторы, указывающие диапазон значений C и tgδ для меры, которая в данный момент подключена к Мосту.</p>	<p>Начнет выполняться последовательность из 16-ти тестируемых измерений.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Измерение №1</div>
5	<p>После успешного тестирования режима измерения C и tgδ будет выведено приведенное сообщение.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Тест пройден успешно!!!</div>
6	<p>Если в каком-либо измерении результат измерения не принадлежит интервалу разрешенных значений C и tgδ, приведенных на верхней панели Устройства CA7135, появится сообщение об ошибке, которое будет прокручено автоматически. Для повторного просмотра сообщения использовать кнопки  2ДЕЖ и  8ЩЬЫ.</p> <p>В таком случае рекомендуется провести тестирование режима измерения C и tgδ в ручном режиме (п.2 настоящего раздела).</p>	<p>1-ое окно</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Ошибка тестирования. Повторите</div> <p>2-ое окно</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">измерения в ручном режиме</div>



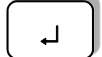



№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
7	<p>Для возврата в основное окно нажать кнопку .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">17:22 15/04/08 C, tgδ вкл </div>
8	<p>Установить режим измерения R¹⁴, для чего нажать  + .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">17:22 15/04/08 R вкл </div>
9	<p>Включить режим тестирования и установить выполнение его в автоматическом режиме, для чего выполнить п.п. 2, 3 данной таблицы.</p>	
10	<p>Запустить процесс тестирования режима измерения R, нажав кнопку .</p> <p>В состав Устройства CA7135 входят 2 меры R, которые в процессе тестирования подключаются к Мосту, в качестве объектов измерений, при разных испытательных напряжениях (8 измерений). Последовательность из 8-ми измерений даст возможность протестировать Мост во всем диапазоне измерения сопротивления.</p>	<p>Начнет выполняться последовательность из 8-ми измерений.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Идет тест Мера R2 U=1100В</div>








¹⁴ П.п. 8-14 только для Моста CA7100-3

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
11	После успешного тестирования будет выведено сообщение.	Тест пройден успешно!!!
12	Если в каком-либо измерении результат измерения не принадлежит интервалу разрешенных значений R, приведенных на верхней панели Устройства, появится сообщение об ошибке, которое будет прокручено автоматически. Для повторного просмотра сообщения использовать кнопки  и  . <i>В таком случае рекомендуется провести тестирование режима измерения R в ручном режиме в соответствии со следующим разделом.</i>	1-ое окно Ошибка тестирования. Повторите 2-ое окно измерения в ручном режиме
13	Для возврата в основное окно нажать кнопку  .	17:22 15/04/08 R вкл [■]

2) Работа с Устройством CA7135 в ручном режиме

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Установить режим измерения C и $tg\delta$, для чего нажать  +  . Убедиться в том, что установлен "Автоматический" выбор п/д (раздел 7.8.3).	17:22 15/04/08 C, tgδ вкл [■]












№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
2	Рекомендуется включить режим накопления результатов при N=5 (п.п. 1-3 раздела 7.1.4).	
3	Войти в меню режимов и установить режим тестирования в соответствии с п.2 предыдущей таблицы.	Дата / Время Запуск теста <
4	Установить ручной режим тестирования, для чего, используя кнопки  и  , установить курсор на строку "Ручной".	Автомат Ручной <
5	Подключить к Мосту одну из мер C, в качестве объекта измерения, для чего нажать кнопку  . С помощью кнопок  и  может быть выбрана любая из 16-ти мер.	<i>На Устройстве засветятся индикаторы, указывающие диапазон значений C и $tg\delta$ для выбранной меры, например C1.</i> Мера C1
6	Измерить параметры меры C1: 1) нажать кнопку  .	Идет 1-е измерение <i>Номер измерения будет изменяться синхронно с прохождением каждого последующего измерения из запущенной серии накопления.</i>

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
	2) по окончании измерения на экране БУ появятся параметры выбранной меры; 3) убедиться, что измеренные значения попадают в интервалы С и $tg\delta$, приведенные в таблице на передней панели Устройства, для выбранной меры.	Cx=110,182 пФ tgδ = 2,910 e-04
7	Провести измерения для остальных 15-ти мер С (п.п.4,5 данной таблицы). Порядок измерений может быть произвольным.	
8	Для возврата в основное окно нажать кнопку  .	17:22 15/04/08 C, tgδ вкл 
9	Установить режим измерения R ¹⁵ , для чего нажать  +  .	17:22 15/04/08 R вкл 
10	Войти в меню режимов и установить режим тестирования в соответствии с п.2 предыдущей таблицы.	Запуск теста < Рез. в Мом выкл
11	Установить ручной режим тестирования, для чего, используя кнопки  и  , установить курсор на строку "Ручной".	Автомат < Ручной <

¹⁵ П.п.9-15 только для Моста CA7100-3

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
12	Подключить к Мосту одну из мер R, в качестве объекта измерения, для чего нажать кнопку  С помощью кнопок  и  может быть выбрана одна из двух мер R при одном из предложенных вариантов испытательного напряжения U.	Мера R1 U=2500В <i>На Устройстве CA7135 засветится индикатор, указывающий диапазон значений R для выбранной меры, например R1.</i>
13	Измерить параметры меры R1: 1) нажать кнопку  , по окончании измерения на экране БУ появятся параметры выбранной меры; 2) убедиться, что измеренные значения попадают в интервал значений R, приведенный в таблице на передней панели Устройства, для выбранной меры.	Идет измерение сопротивления R = 4,638 МОм U = 2500В
14	Провести измерения для остальных семи вариантов R и U (п.п.4,5 данной таблицы). Порядок измерений может быть произвольным.	
15	Для возврата в основное окно нажать кнопку  .	17:22 15/04/08 R вкл 

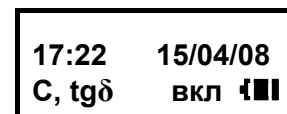
7.8.5 Применение "горячих" клавиш при работе Моста с БУ

Клавиша на БУ	Функция (выполняется при нажатии клавиши из основного окна)
При измерении C и tgδ	
 1 АБВГ	Включение режима ввода названия объекта ("Название объекта") для упрощения идентификации объектов при сохранении результатов измерений
 2 ДЕЖ	Включение режима просмотра сохраненных результатов измерений ("Просмотр архива")
 3 ЗИЖ	Включение режима ввода параметров внешнего эталонного конденсатора ("Ввод C ₀ ")
 4 ЛМН	Включение режима накопления результатов ("Накопление")
 5 ОПРС	Включение режима установки переменного рабочего напряжения, при котором будет выполнено измерение C и tgδ (при наличии ИПРН).
 6 ТУФХ	Включение режима тестирования Моста при подключении к нему Устройства тестирующего CA7135 "Запуск теста"
 8 ШЬЫ	Включение режима установки фиксированного поддиапазона измерений при поверке (калибровке) Моста ("Выбор п/д")
При измерении R (Мост CA7100-3)	
 1 АБВГ	Включение режима ввода названия объекта ("Название объекта") для упрощения идентификации объектов при сохранении результатов измерений
 2 ДЕЖ	Включение режима просмотра сохраненных результатов измерений ("Просмотр архива")
 5 ОПРС	Включение режима установки постоянного рабочего напряжения, при котором будет произведено измерение R.
 6 ТУФХ	Включение режима тестирования Моста при подключении к нему Устройства тестирующего CA7135 "Запуск теста"

7.9 Завершение работы с Мостом при управлении от БУ


7.9.1 Автоматическое отключение Моста

Для предотвращения неоправданного разряда аккумулятора предусмотрено автоматическое отключение питания Блока измерительного, которое происходит, если в течение 25 минут не производились измерения напряжения или параметров объекта измерений. При выключении погаснет индикатор "ВКЛ/ЗАР" на передней панели Блока измерительного и на экране БУ появится один из вариантов основного окна:




Если после автоматического отключения Моста работа должна продолжиться, то для включения Моста необходимо:

1) Отключить рабочее напряжение.

2) На БУ нажать кнопку .

Если после автоматического отключения Моста работа должна быть завершена, то для выключения Моста установить переключатель "I/O", размещенный на ЗУ, в положение "O".

7.9.2 Отключение Моста вручную

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	Отключить рабочее напряжение, контролируя его значение на экране БУ.	
2	Выключить питание Блока измерительного, для чего на БУ при отображении на экране основного окна нажать кнопку  . На Блоке измерительном погаснет индикатор "ВКЛ/ЗАР".	17:22 15/04/08 C, tgδ выкл [■]
3	Выключить питание БУ, установив переключатель "I/O", который размещен на ЗУ, в положение "O".	

8 РАБОТА С МОСТОМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

Изложение данного раздела предполагает, что пользователь изучил и освоил работу с Мостом при управлении от Блока управления (раздел 7).

Использование Моста совместно с персональным компьютером (ПК) позволяет через диалоговое окно ПК осуществлять управление Мостом, выводить результаты измерений, а также переписывать из памяти БУ на винчестер или гибкий диск файл результатов измерений.

ПК должен быть IBM-совместимым и иметь такие характеристики:

- операционная система – не ниже Windows XP;
- наличие одного свободного COM-порта (RS232) или USB-порта.

Перед первым совместным использованием Моста и ПК в память компьютера должно быть загружено программное обеспечение, которое размещено на инсталляционном диске, входящем в комплект поставки. Программное обеспечение (далее – ПО) универсально и может использоваться для всех исполнений Моста.

8.1 Установка программного обеспечения Моста на ПК

1) Подключить Мост к ПК в соответствии с рисунком 8.1 и включить ПК.

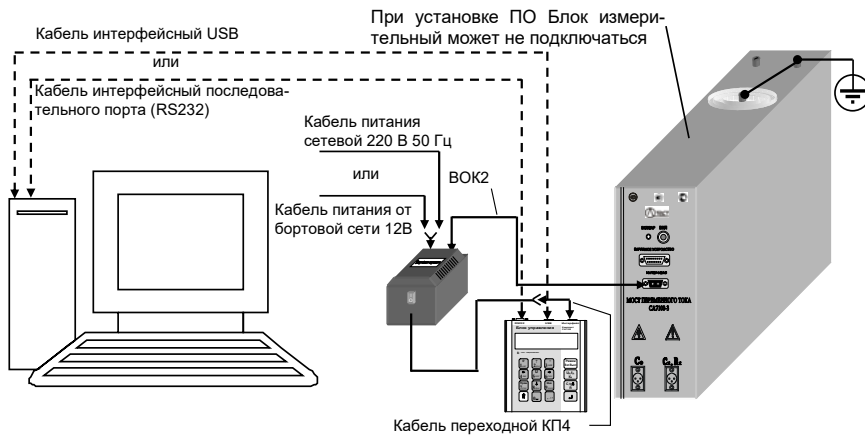


Рисунок 8.1

8.1.1 Установка программы "CA7100. Измерение C, tgδ, R"

1) Установить программу управления Мостом "CA7100. Измерение C, tgδ, R", для чего запустить файл setup_CA_7100_v[...].exe, размещенный на инсталляционном диске. На экране появится окно (рисунок 8.2), в котором щелкнуть по кнопке **Запустить**.

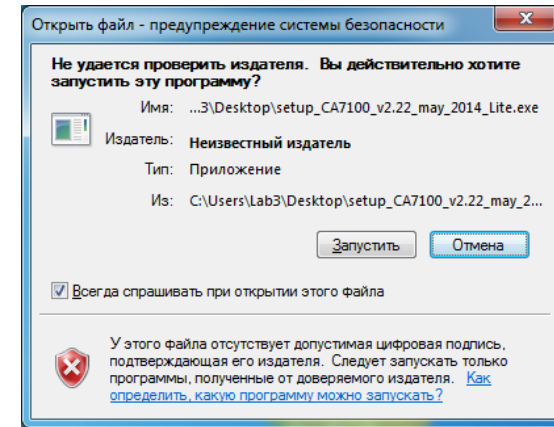


Рисунок 8.2

2) Определить адрес папки, где будет размещено программное обеспечение, для чего в окне (рисунок 8.3) либо согласиться с адресом, предлагаемым по умолчанию, либо выбрать другой, щелкнув по кнопке **Обзор...**, а затем щелкнуть по кнопке **Установить**.

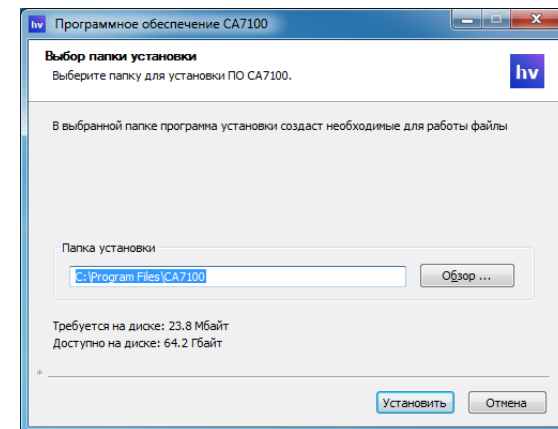


Рисунок 8.3

3) На экране появится окно (рисунок 8.4).

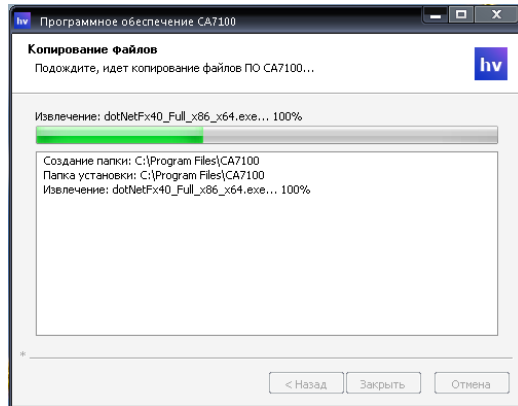


Рисунок 8.4

4) На экране появится сообщение "Установить драйвер блока сопряжения?" (рисунок 8.5). На этот вопрос следует ответить "Да".

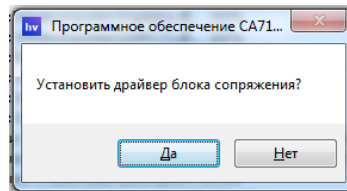


Рисунок 8.5

5) На экране появится сообщение (рисунок 8.6). Щелкнуть по кнопке **ОК**.

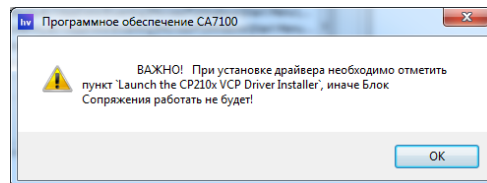


Рисунок 8.6

6) На экране появится окно (рисунок 8.7).

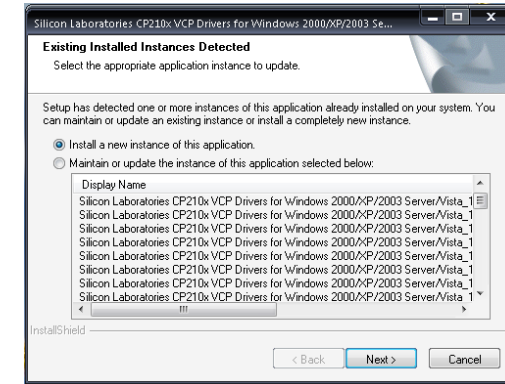


Рисунок 8.7

7) Установить драйвер Блока сопряжения на ПК:
– в окне (рисунок 8.7) щелкнуть по кнопке **Next** на экране появится окно (рисунок 8.8), в котором щелкнуть по кнопке **Next**;

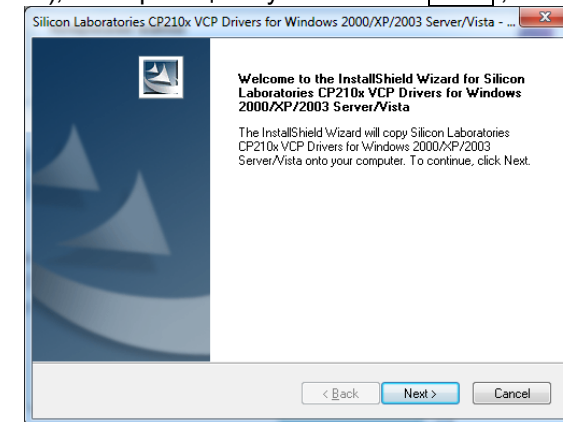


Рисунок 8.8

– на экране появится окно (рисунок 8.9), установить флажок "I accept the terms of the license agreement". Сделать установку, как показано на рисунке, и щелкнуть по кнопке **Next**;

– на экране появится окно (рисунок 8.10), щелкнуть по кнопке **Install**;

– на экране появится окно (рисунок 8.11). Установить флажок "Launch the CP210 x VCP Drive Installer" и для завершения установки драйвера щелкнуть по кнопке **Finish**.



Рисунок 8.9

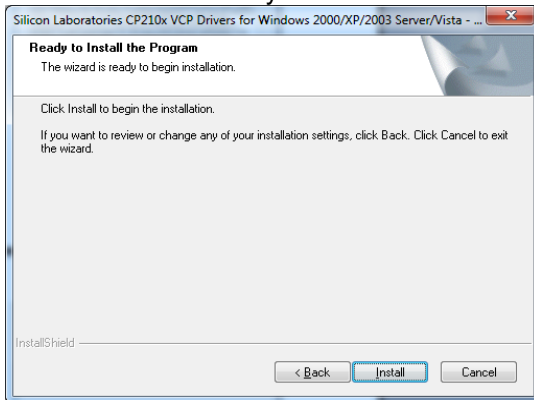


Рисунок 8.10

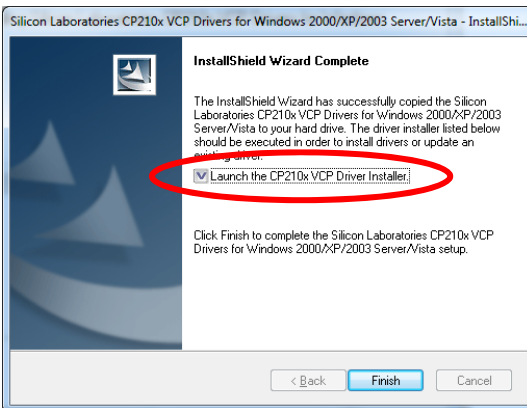


Рисунок 8.11

8) На экране появится окно (рисунок 8.12), которое через несколько секунд исчезнет, если БУ подключен (рисунок 8.1).

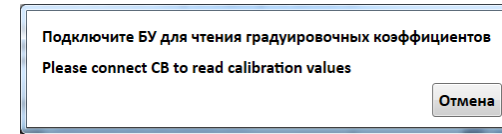



Рисунок 8.12

9) На экране появится окно (рисунок 8.13) с информацией о том, что установка программы "CA7100. Измерение C, tgδ, R" обеспечения Моста CA7100 завершена. Щелкнуть по кнопке **Заккрыть**, на Рабочем

столе ПК появится ярлык  для запуска программы управления Мостом.

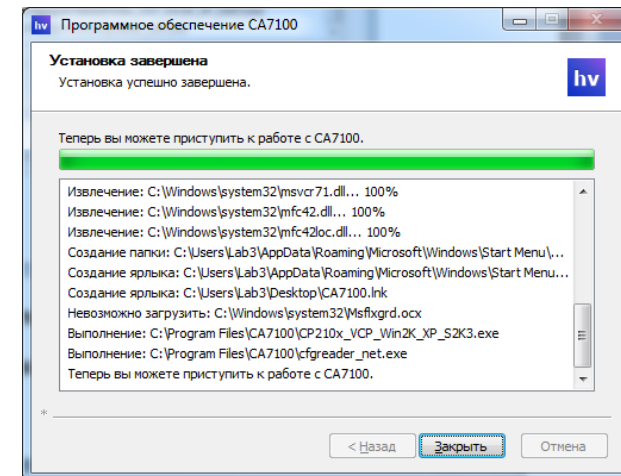


Рисунок 8.13

8.1.2 Установка программы "CA7100. Чтение архива"

1) Установить программу управления Мостом "CA7100. Измерение C, tgδ, R", для чего запустить файл install-hvlink3_v1_00.exe.

2) На экране появится окно (рисунок 8.14), для продолжения установки щелкнуть по кнопке **Install**.

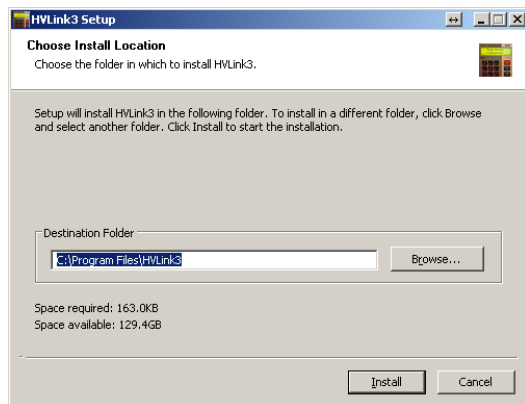



Рисунок 8.14

3) На экране появится окно (рисунок 8.15), для завершения установки программы щелкнуть по кнопке **Close**. На Рабочем столе

ПК появится ярлык  для запуска программы чтения архива.

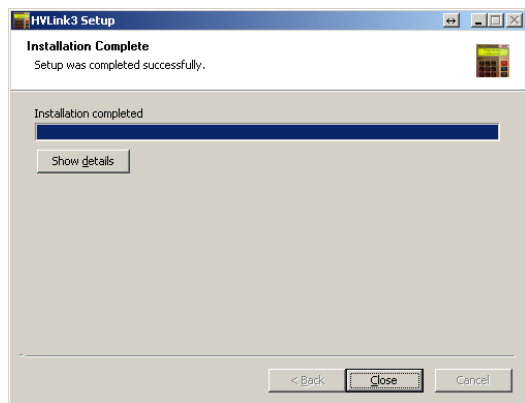


Рисунок 8.15

8.2 Измерение C и $tg\delta$ при использовании встроенного эталонного конденсатора

8.2.1 Подключение Моста к ПК и подготовка к работе

1) Собрать схему для проведения измерений с помощью Моста по "прямой" (нормальной) или "инверсной" (перевернутой) схемам. Если в комплект поставки входит Коммутатор CA7161, то подключить его к Мосту, как показано на рисунке 7.14, и собрать один из вариантов схем включения оборудования (рисунки 7.16-7.17), если Коммутатор отсутствует, то собрать схему в соответствии с разделом 7.1.1.

2) Подключить Мост к ПК, в соответствии с рисунком 8.16.

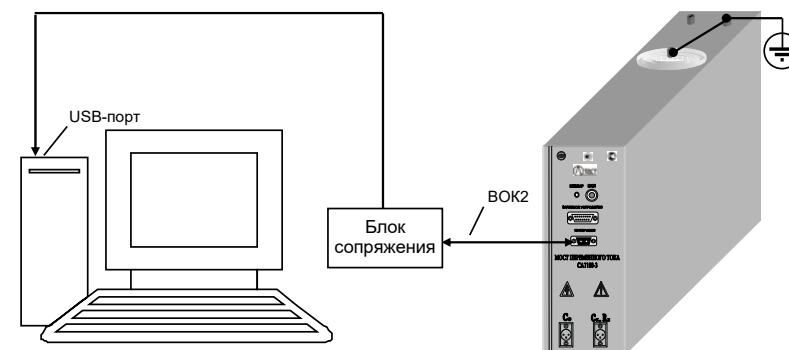




Рисунок 8.16

3) Включить ПК и вывести на экран ПК основное диалоговое окно при совместной работе Моста и ПК (рисунок 8.17), для чего щелкнуть по ярлычку  "Измерение C , $tg\delta$, R " на Рабочем столе компьютера.

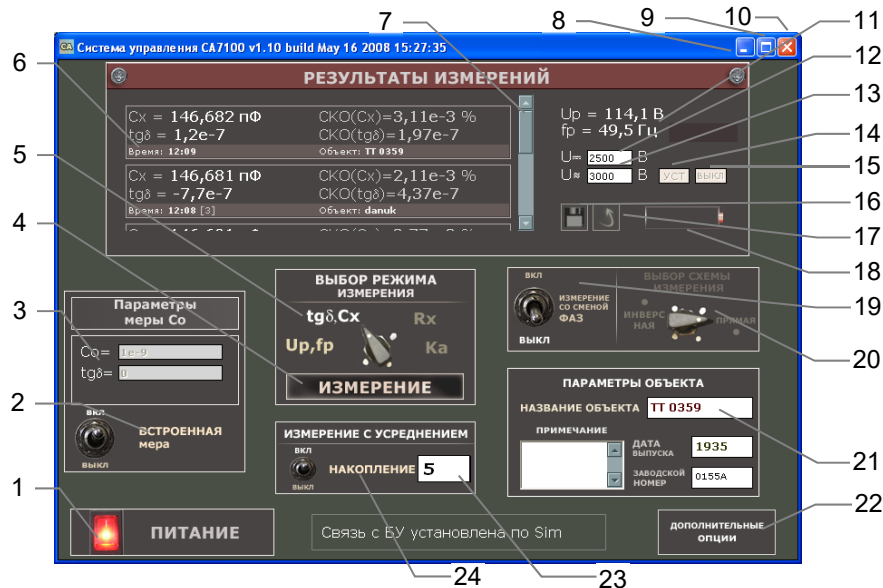
При этом питание Моста будет включено и кнопка  в поле "Питание" (рисунок 8.17, поз.1) установится в положение "I". В дальнейшем, при описании диалогового окна все ссылки только на № позиции без упоминания рисунка 8.17.

4) Все действия по управлению процессом измерения следует осуществлять через диалоговое окно с помощью манипулятора типа "мышь" и клавиатуры ПК.

5) При наличии Коммутатора CA7161 включить вариант схемы включения оборудования ("прямая" или "инверсная"), для чего щелкнуть по соответствующему полю (поз.20), цвет надписи станет белым, а ручка займет соответствующее положение.

РАБОТА С МОСТОМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ ПК Измерение C и $tg\delta$ при использовании встроенного эталонного конденсатора

CA7100...



- 1 – поле включения/выключения питания Блока измерительного;
 - 2 – поле включения/выключения встроенного эталонного конденсатора;
 - 3 – окна ввода паспортных данных внешнего эталонного конденсатора;
 - 4 – кнопка включения измерения;
 - 5 – поля выбора режимов измерения;
 - 6 – поле вывода результатов измерений;
 - 7 – вертикальная прокрутка результатов измерений;
 - 8 – кнопка сворачивания окна;
 - 9 – кнопка разворачивания окна;
 - 10 – быстрый выход из программы;
 - 11 – поля вывода результатов измерения рабочего напряжения, частоты;
 - 12 – окно ввода значения постоянного напряжения, при котором будет измерено сопротивление R объекта;
 - 13¹⁶ – окно ввода значения рабочего напряжения, при котором будут измерены емкость C и тангенс угла потерь $tg\delta$ объекта;
 - 14¹⁶ – кнопка подтверждения ввода в поле 13;
 - 15¹⁶ – кнопка включения источника переменного рабочего напряжения (ИПРН);
 - 16 – кнопка сохранения результатов измерений;
 - 17 – кнопка просмотра сохраненных результатов измерений;
 - 18 – поле индикации состояния заряда аккумулятора;
 - 19 – поле включения/выключения режима смены фазы;
 - 20¹⁷ – поля включения схем измерения "прямая"- "инверсная";
 - 21 – окна ввода параметров объекта измерений;
 - 22 – кнопка включения дополнительных функций;
 - 23 – окно ввода числа усредняемых измерений;
 - 24 – поле включения/выключения режима накопления результатов измерений
- Рисунок 8.17

¹⁶ Активны при наличии источника переменного рабочего напряжения (ИПРН).

¹⁷ Активны при наличии коммутатора CA7161.

РАБОТА С МОСТОМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ ПК Измерение C и $tg\delta$ при использовании встроенного эталонного конденсатора

CA7100...

8.2.2 Измерение C и $tg\delta$ при отсутствии токов влияния

1) Включить режим измерения параметров рабочего напряжения, щелкнув мышью по полю включения " U_p, f_p " (поз.5), цвет надписи станет белым, а ручка займет соответствующее положение.

2) Установить значение рабочего напряжения, при котором будет выполняться измерение C и $tg\delta$. Уровень напряжения контролировать по показаниям в полях вывода параметров рабочего напряжения " U_p, f_p " (поз.11), для чего начать циклическое измерение параметров рабочего напряжения, щелкнув в области "Выбор режима измерения" по кнопке **Измерение**. Рядом с полем " U_p " засветится красный индикатор.

3) Установить режим измерения C и $tg\delta$, для чего щелкнуть по полю включения " $tg\delta, Cx$ " (поз.5), надпись станет белой, а ручка займет соответствующее положение.

4) Провести измерение C и $tg\delta$, щелкнув по кнопке **Измерение** в области "Выбор режима измерения" (поз.4).

5) Результаты измерения C и $tg\delta$ отобразятся в поле (поз.6).

6) Для проведения последующих измерений при тех же конфигурации измерительной цепи и значении рабочего напряжения следует повторно щелкнуть по кнопке **Измерение** (поз.4).

7) Для детального просмотра результатов измерения щелкнуть по интересующему результату измерений в поле вывода результатов измерений (поз.6). На экране появится окно, например, приведенное на рисунке 8.18.



Рисунок 8.18

8.2.3 Измерение C и $tg\delta$ при наличии токов влияния (режим смены фазы)

1) Включить режим смены фазы, щелкнув по полю включения/выключения "Измерение со сменой фазы" (поз.19), выключатель установится в положение "Вкл", надпись станет белой.

РАБОТА С МОСТОМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ ПК
Измерение C и tgδ при использовании
встроенного эталонного конденсатора

CA7100...

- 2) Включить режим измерения параметров рабочего напряжения, щелкнув мышью по полю "U_{p,fp}" (поз.5), цвет надписи станет белым.
- 3) Установить значение рабочего напряжения, при котором будет выполняться измерение C и tgδ, для чего выполнить п.2 раздела 8.2.2.
- 4) Установить режим измерения C и tgδ, для чего выполнить п.3 раздела 8.2.2.
- 5) Выполнить первое измерение C и tgδ, щелкнув по кнопке **Измерение** (поз.4).
- 6) По окончании первого измерения на экране появится информационное окно с директивой (рисунок 8.19).

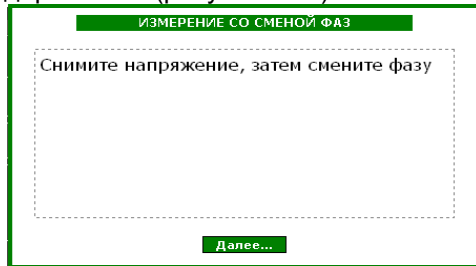
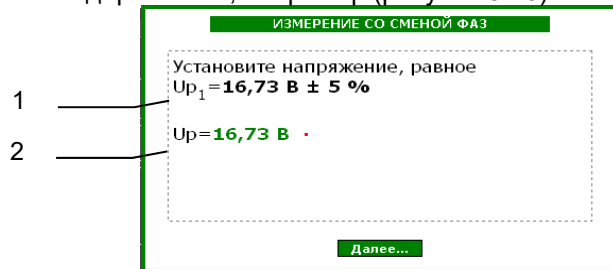


Рисунок 8.19

- 7) Плавно уменьшить значение рабочего напряжения до нуля, контролируя его уровень по показаниям в поле вывода параметров рабочего напряжения (поз.11).
- 8) Изменить фазу напряжения на 180°
- 9) Щелкнуть по кнопке **Далее...**, на экране появится информационное окно с директивой, например (рисунок 8.20).



- 1 – рекомендуемое значение рабочего напряжения;
- 2 – результат измерения рабочего напряжения

Рисунок 8.20

- 10) Установить рекомендуемое значение рабочего напряжения (рисунок 8.17, поз.1), при котором будет выполняться измерение C и tgδ, контролируя его по показаниям в информационном окне (рисунок 8.17, поз.2)

CA7100...

РАБОТА С МОСТОМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ОТ ПК
Измерение C и tgδ при использовании
встроенного эталонного конденсатора

- 11) Выполнить второе измерение C и tgδ, щелкнув по кнопке **Далее...** (рисунок 8.20).
- 12) По окончании измерения в поле вывода результатов измерений (поз.6) отобразится результат измерения C и tgδ, в котором будет скомпенсировано влияние внешнего электромагнитного поля.
- 13) Для детального просмотра результатов измерения выполнить п.7 раздела 8.2.2.
- 14) Выключить режим смены фазы, щелкнув по полю включения/выключения "Измерение со сменой фазы" (поз.11), выключатель установится в положение "Выкл", цвет надписи станет белым.

8.2.4 Измерение C и tgδ в режиме накопления результатов

Режим накопления результатов может использоваться, как при включенным режиме смены фазы (разделы 8.2.2 и .2.3), так и при выключенном.

- 1) Включить режим измерения с накоплением результатов, щелкнув в поле включения/выключения "Накопление" (поз.24), выключатель установится в положение "Вкл", цвет надписи станет белым.
- 2) Ввести количество накапливаемых результатов измерения (рекомендуемое значение – 5) в окно (поз.23).
- 3) Включить режим измерения параметров рабочего напряжения, для чего выполнить п.1 раздела 8.2.2.
- 4) Установить значение рабочего напряжения, при котором будет выполняться измерение C и tgδ, для чего выполнить п.2 раздела 8.2.2.
- 5) Установить режим измерения C и tgδ, для чего выполнить п.3 раздела 8.2.2.
- 6) Выполнить измерение C и tgδ, щелкнув по кнопке **Измерение** (поз.4).
- 7) По окончании серии измерений в поле вывода результатов измерений (поз.6) отобразятся средние значения C и tgδ и значения их среднеквадратических отклонений СКО(C), СКО(tgδ).
- 8) Выключить режим измерения с накоплением результатов измерения, для чего щелкнуть в поле "Накопление" (поз.23), выключатель установится в положение "Выкл", цвет надписи станет белым.

8.3 Измерение C и $tg\delta$ при использовании внешнего эталонного конденсатора

8.3.1 Подготовка к работе

1) Собрать схему для проведения измерений с помощью Моста по "прямой" (нормальной) или "инверсной" (перевернутой) схемам, в соответствии с разделом 7.2.10.

2) Подключить к Мосту ПК, в соответствии с рисунком 8.15.

3) Выполнить п.п.3-5 раздела 8.2.1.

8.3.2 Ввод параметров внешнего эталонного конденсатора

1) Отключить встроенный эталонный конденсатор, для чего щелкнуть в поле включения/выключения "Встроенная мера" (поз. 2), выключатель установится в положение "Выкл", цвет надписи станет белым.

2) Ввести паспортные значения емкости C и тангенса угла потерь $tg\delta$ эталонного конденсатора, устанавливая курсор в соответствующие поля (поз. 3), причем значение C должно быть введено в фарадах в нормализованной форме, например, при значении емкости 1000,1 пФ следует ввести 1000,1e-12 или 1,0001e-09, а значение $tg\delta$ в относительных единицах, например – 0,003.

ВНИМАНИЕ! Следствием ошибки при вводе значения емкости эталонного конденсатора будет ошибка при измерении рабочего напряжения и емкости объекта C_x !

8.3.3 Порядок работы

Выполняется, в соответствии с указаниями разделов 8.2.2 - 8.2.4.

8.4 Измерение C и $tg\delta$ при использовании источника переменного рабочего напряжения (ИПРН)

8.4.1 Подключение оборудования и включение ИПРН

Внимание! Подключение ИПРН выполнять только при отключенном кабеле питания ИПРН от сети 220 В 50 Гц!

1) Собрать схему Моста, в соответствии с рисунком 8.21.

2) Выполнить п.3 раздела 8.2.1. Кнопка (поз.14) и окно (поз.13) станут активными.

8.4.2 Измерение C и $tg\delta$ при отсутствии токов влияния

1) Установить значение рабочего напряжения, при котором будет выполняться измерение C и $tg\delta$, для чего ввести это значение в окно ввода (поз.13) и щелкнуть по кнопке подтверждения ввода (поз.14). Установленное значение отобразится в поле вывода параметров рабочего напряжения (поз.11).

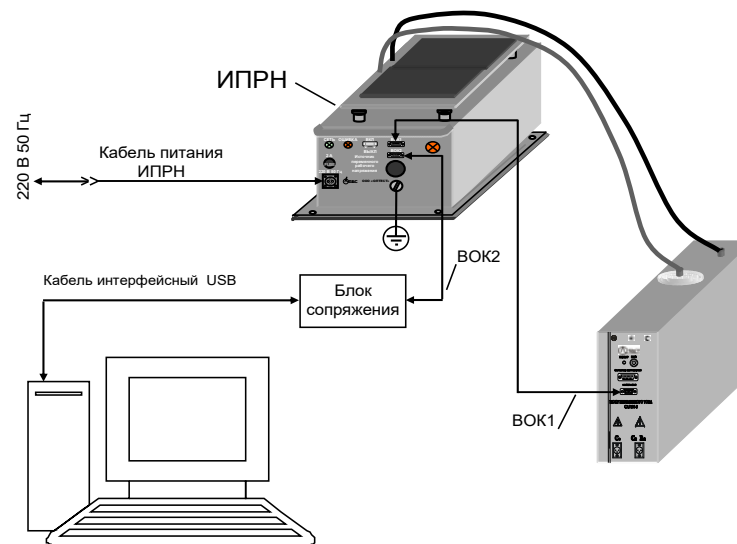


Рисунок 8.21

2) Установить режим измерения C и $tg\delta$, для чего выполнить п.3 раздела 8.2.2

3) Выполнить измерение C и $tg\delta$, щелкнув по кнопке **Измерение** (поз.4).

4) Результаты измерения C и $tg\delta$ отобразятся в поле (поз.6).

5) Для проведения последующих измерений при тех же конфигурации измерительной цепи и значении рабочего напряжения следует повторно щелкнуть по кнопке **Измерение** (поз.4).

6) Для детального просмотра результатов измерения щелкнуть по интересующему результату измерений в поле вывода результатов измерений (поз.6).

8.4.3 Измерение C и $tg\delta$ при наличии токов влияния (режим смены фазы)

Смена фазы и установка рабочего напряжения при измерении C и $tg\delta$ в режиме смены фазы при использовании ИПРН выполняются автоматически.

1) Включить режим смены фазы, для чего выполнить п.1 раздела 8.2.3.

2) Установить значение рабочего напряжения, при котором будет выполняться измерение C и $tg\delta$, для чего выполнить п.1 раздела 8.4.2.

3) Установить режим измерения C и $tg\delta$, для чего выполнить п.3 раздела 8.2.2.

4) Выполнить измерение C и $tg\delta$, щелкнув по кнопке **Измерение** (поз.4).

5) По окончании измерения в поле вывода результатов измерений (поз.6) отобразится результат измерения C и $tg\delta$, в котором будет скомпенсировано влияние внешнего электромагнитного поля.

6) Для детального просмотра результатов измерения щелкнуть по интересующему результату измерений в поле вывода результатов измерений (поз.6).

7) Выключить режим смены фазы, щелкнув по полю включения/выключения "Измерение со сменой фазы" (поз.19), выключатель установится в положение "Выкл", цвет надписи станет белым.

8.5 Измерение R объекта

8.5.1 Подключение Моста к ПК и подготовка к работе

1) Собрать схему Моста и подключить к нему ПК в соответствии с одним из вариантов рисунка 8.1.

2) Собрать схему для проведения измерений с помощью Моста по "прямой" (нормальной) или "инверсной" (перевернутой) схемам. Если в комплект поставки входит Коммутатор CA7161, то подключить его к Мосту, как показано на рисунке 7.14, и собрать один из вариантов схем включения оборудования (рисунки 7.16-7.17), если Коммутатор CA7161 отсутствует, то собрать схему подключения оборудования для проведения измерения R в соответствии с разделом 7.5.1.

3) Выполнить п.п.3-6 раздела 8.2.1.

8.5.2 Измерение R

1) Установить постоянное напряжение, которое будет подаваться на объект при измерении R, для чего ввести его значение в окно (поз.12, рисунок 8.18), в дальнейшем все ссылки на рисунок 8.18.

2) Включить режим измерения R для чего, щелкнуть по полю "Rx" (поз.5), цвет надписи станет белым, а ручка займет соответствующее положение.

3) Выполнить измерение R, для чего щелкнуть по кнопке **Измерение** (поз.4).

4) Результаты измерения R отобразятся в окне (поз.6).

5) Для проведения последующих измерений при тех же конфигурациях измерительной цепи и постоянном напряжении, подаваемом на объект, следует повторно щелкнуть по кнопке **Измерение**.

8.5.3 Измерение R с расчетом коэффициента абсорбции Ka

1) Установить постоянное напряжение, которое будет подаваться на объект при измерении, в соответствии с п.1 раздела 8.5.2.

2) Включить режим измерения Ka, для чего, щелкнуть по полю "Ka" (поз.5), цвет надписи станет белым, а ручка займет соответствующее положение.

3) По умолчанию измерение будет выполняться при следующих отсчетах времени: T1=15 с, T2=60 с. Значения T1 и T2 могут быть изменены, для чего щелкнуть по кнопке **Дополнительные опции** (поз. 22), в открывшемся окне выбрать вариант "Настройки режима Rx и Ka" и в появившемся окне (рисунок 8.22) ввести любые значения T1 и T2 в диапазоне от 15 до 60 с, причем T2 должно быть больше T1.

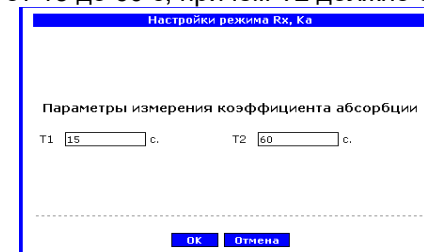


Рисунок 8.22

4) Выполнить измерение, для чего щелкнуть мышью по кнопке **Измерение** (поз.4).

5) Результаты измерения R_{T1} , R_{T2} и Ka будут отображены в окне (поз.6).

8.6 Дополнительные функции при работе Моста с ПК

8.6.1 Режим сохранения результатов

Этот режим позволяет сохранять записи результатов измерений, которые отображаются в поле (поз.6) при измерении C, $tg\delta$, R и Ka, в файл с расширением .htm.

Записи результатов измерений могут идентифицироваться по названию объекта, а также по дате и времени измерения.

Результаты измерений сохраняются в таком формате:

Объект ⁷																	
Дата, время	U, В	F, Гц	N	Схема измерения	Cx, пф	$tg\delta$	CKO(Cx; R)	CKO ($tg\delta$)	R, МОм	T, °C	C/C ⁸	$\Delta tg\delta^8$	Ka	R1	R2	R3o ⁸	R3x ⁸


⁷ Название объекта будет действовать до его изменения или до выключения Моста.

⁸ Эти параметры сохраняются при проведении дифференциального контроля объектов, находящихся под рабочим напряжением, с помощью Устройства согласования автоматического CA7140 (раздел 7.8.4).


Для ввода сведений об объекте (поз.21):

- 1) Ввести название объекта (не более 20 символов), установив курсор в поле "Название объекта".
- 2) Ввести дату выпуска (не более 8 символов), установив курсор в поле "Дата выпуска".
- 3) Ввести заводской номер (не более 8 символов), установив курсор в поле "Заводской номер".
- 4) Ввести особые сведения (не более 50 символов), установив курсор в поле "Примечание".

Для сохранения результатов измерений:

- 1) Щелкнуть по кнопке "Сохранение результатов измерений"  (поз.16).
- 2) Откроется диалоговое окно "Сохранение ", по умолчанию для сохранения результатов будет предложен файл, например, results.htm в папке "Мои документы" на Рабочем столе.

Для просмотра результатов измерений:

- 1) Щелкнуть по кнопке "Просмотр сохраненных результатов измерений"  (поз.17).
- 2) Откроется диалоговое окно "Открыть", в котором выбрать нужный файл.

Для редактирования файла результатов измерений:

- 1) Открыть файл в программе MS Word, для чего в программе Windows "Проводник" выделить имя файла, щелкнуть по нему правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать "Открыть с помощью...", а затем "Microsoft Office Word".
- 2) Внести необходимые корректировки и сохранить файл.
- 3)

8.7 Применение "горячих" клавиш при работе Моста с ПК

Клавиша	Функция
Ctrl+S	Сохранение результатов измерений
Ctrl+W	Просмотр сохраненных результатов измерений
Shift+F2	Ввод значения емкости внешнего эталонного конденсатора
Enter	Выполнить измерение
F4	Включение/выключение режима накопления результатов
F5	Включение режима измерения R объекта

Клавиша	Функция
F6	Включение режима измерения K_a
F7	Включение режима измерения рабочего напряжения и частоты
F8	Включение режима измерения C, $\text{tg}\delta$ объекта
F10	Включение/выключение Моста
Tab	Служит для перемещения курсора по полям ввода

8.8 Завершение работы с Мостом при управлении от ПК


8.8.1 Автоматическое отключение Моста

Для предотвращения неоправданного разряда аккумулятора предусмотрено автоматическое отключение питания Блока измерительного, которое происходит, если в течение 25 минут не производились измерения напряжения или параметров объекта измерений. При выключении погаснет индикатор "ВКЛ/ЗАР" на передней панели Блока измерительного и на экране ПК в диалоговом окне в


поле "Питание" кнопка  установится в положение "О".

Если после автоматического отключения Моста работа должна продолжиться, то для включения Моста необходимо:

1) Отключить рабочее напряжение.



2) Щелкнуть в диалоговом окне по кнопке  в поле "Питание" (поз.1), которая установится в положение "I".

Для завершения работы с Мостом:

Выйти из программы, щелкнув по кнопке .

8.8.2 Отключение Моста вручную

Выключить питание Измерительного блока, для чего щелкнуть в

диалоговом окне по кнопке  в поле "Питание" (поз.1), кнопка  установится в положение "I", а на Измерительном блоке погаснет индикатор "ВКЛ/ЗАР".

9 АВТОНОМНАЯ РАБОТА С БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ

9.1 Просмотр результатов измерений, сохраненных в памяти БУ

Просмотр результатов измерений, записанных в память БУ, на экране БУ можно проводить в автономном режиме в любом месте, где на БУ может быть подано питание (рисунок 9.1).

В памяти БУ будут сохранены результаты измерений, которые выполнялись после включения режима сохранения. При этом может сохраняться не более 1000 записей последних по дате.

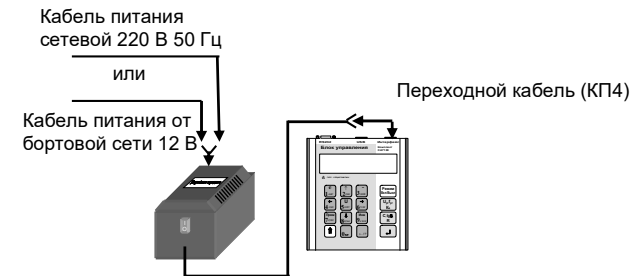
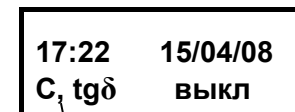


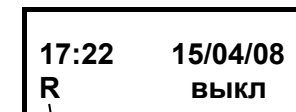
Рисунок 9.1

Для просмотра результатов измерений:

- 1) Соединить БУ с ЗУ в соответствии с рисунком 8.1
- 2) Включить питание БУ (см. таблицу раздела 6.1, п.1, подпункты 1)-3) для обоих вариантов питания), на экране БУ появится один из вариантов основного окна:













Установлен режим измерения C и tgδ








Установлен режим измерения R

- 3) Дальнейшие действия выполнять в соответствии со следующей таблицей.

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
1	<p>Войти в меню режимов и выбрать режим просмотра архива:</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>2) используя кнопку  и , установить курсор на строку "Просмотр архива".</p>	

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
2	<p>Для просмотра архива нажать .</p> <p>Дата и время измерений</p> <p>Для просмотра результатов измерения данной записи использовать кнопки  2ДЕЖ,  8ЦБЫ.</p> <p>Режим, в котором производилось это измерение, в данном случае режим "Накопление"</p> <p>Для листания записей архива использовать кнопки:</p> <p> 4ЛМН – переход к предыдущей записи,</p> <p> 6ТУФХ – переход к последующей записи.</p> <p>Многократное нажатие кнопки  6ТУФХ обеспечивает движение по кругу "первая – последняя" запись.</p>	<p>На экране будет показана последняя по дате и времени запись результатов измерений, например:</p> <p>1-е окно</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 15/04/08 17:22 <МФО200 УЗ > </div> <p>2-е окно</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Сх=46,73 пФ tgδ=3,14e-04 </div> <p>3-е окно</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Up= 1,088 кВ Накопление 5 </div> <p>4-е окно</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> СКО(С)% 2,4e-04 СКО(tgδ) 1,1e-06 </div>

№ п/п	Действия	Вид экрана БУ
	<p>В начале просмотра на экран выводится последняя по дате и времени запись.</p> <p>Для ускоренного листания (переход с шагом 10 записей) использовать  +  4ЛМН или  +  6ТУФХ.</p>	
4	<p>Для возврата в основное окно нажать кнопку .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 17:22 15/04/08 С, tgδ выкл </div>

9.2 Считывание результатов измерений, сохраненных в памяти БУ, в память ПК

Считывание результатов измерений, записанных в память БУ, в память ПК, возможно, если предварительно в память компьютера было загружено программное обеспечение (раздел 8.1.2)

1) Соединить БУ, ЗУ и ПК, в соответствии с одним из рисунков 9.2 или 9.3.

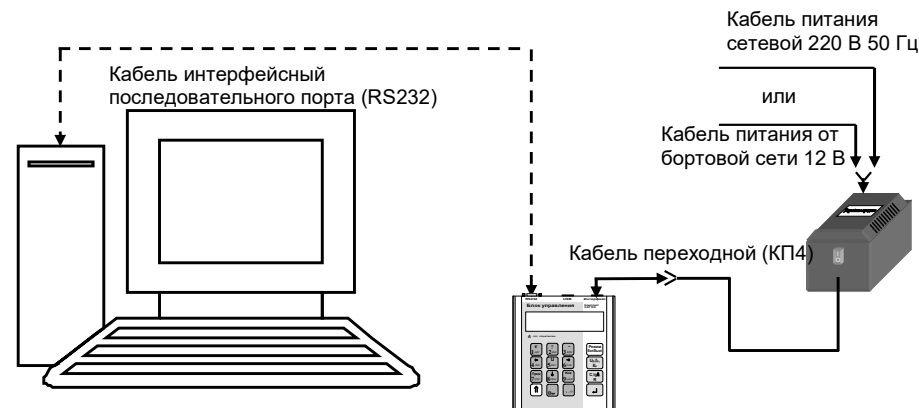


Рисунок 9.2

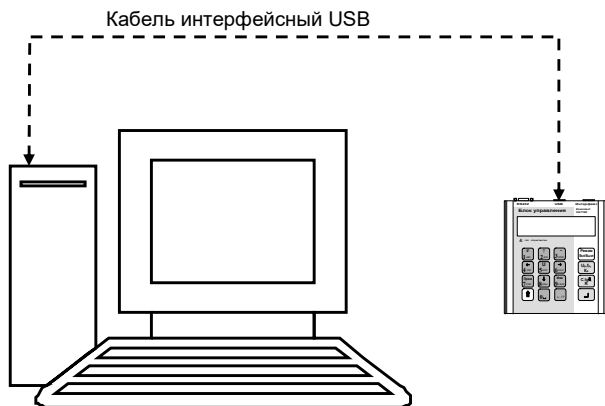
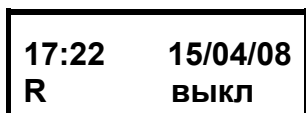
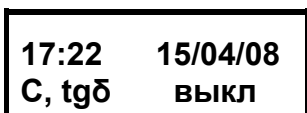


Рисунок 9.3

2) Включить питание БУ (см. таблицу раздела 6.1, п.1, подпункты 1)-3) для обоих вариантов питания), на экране БУ появится один из вариантов основного окна:




3) Запустить программу "Чтение архива БУ", щелкнув на соответствующем ярлыке  на Рабочем столе компьютера, на экране ПК появится диалоговое окно (рисунок 9.4) и с этого момента начнется функционирование программы.



Рисунок 9.4

4) Из списка (поз.1, рисунок 9.4) выбрать формат файла результатов (MS Word, MS Excel или HTML).

5) Скопировать файл результатов из БУ в ПК, для чего щелкнуть по кнопке **Экспорт**.

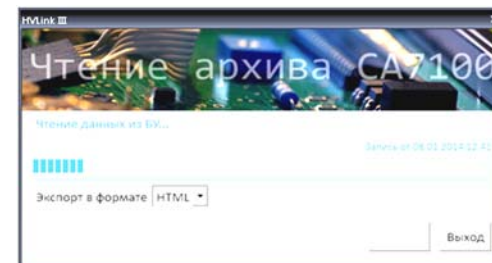


Рисунок 9.5


6) Если файл результатов в БУ существует, на экране ПК откроется стандартное диалоговое окно "Сохранение" с предложением запомнить результаты, например, в файл results 25_06_09.doc (25_06_09 - дата формирования файла) или в файл results 25_06_09.xls, или файл results 25_06_09.html. Если же файл с результатами в БУ отсутствует, то в строке состояния появится сообщение "Файл не найден!!!".

7) Для выхода из программы щелкнуть по кнопке **Выход** (рисунок 9.5).

10 ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

При появлении неисправности в работе Моста или при его тестировании на экран БУ или ПК выводится соответствующее сообщение. Если сообщение на экране БУ содержит более 2-х строк, для

просмотра использовать кнопки  и . Для выхода из окна



сообщения необходимо нажать кнопку  на БУ или щелкнуть по кнопке **OK** в окне, появившемся на экране ПК.

Перечень некоторых диагностических сообщений или внешних проявлений неисправностей

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100...	"Разряжен аккумулятор!"	Аккумулятор разряжен, работать с Мостом можно еще не более 20 минут.	Зарядите аккумулятор (раздел 6.2).

ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И
МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

CA7100...


Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100...	"Зарядите аккумулятор"	Пробой в измерительной цепи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выключить питание БУ. 2. Включить питание БУ. 3. Выполнить сброс БИ, для чего войти в меню режимов БУ, выбрать строку "Сброс БИ" и нажать кнопку . 4. Включить питание БИ, для чего нажать на БУ кнопку . <p>Если сообщение исчезло, то это может означать, что был пробой в измерительной цепи.</p> <p>Если сообщение появляется повторно, то необходимо зарядить аккумулятор (раздел 6.2).</p>
CA7100...	"БУ не соответствует мосту."	Использование БУ и Блока измерительного (БИ) из комплектов разных Мостов.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Восстановите комплектность Моста. 2. Обратитесь на предприятие-изготовитель.

ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И
МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

CA7100...

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100...	"Нет связи с Блоком измерительным."	Неправильно проведено подключение Блока измерительного к БУ или разряжен аккумулятор.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверьте и приведите в соответствие подключение БИ к БУ. 2. Если используется Мост CA700-2, перейдите в режим измерения С и tgδ. 3. Зарядите аккумулятор.
CA7100...	"Снимите рабочее напряжение!"	<p>Подано рабочее напряжение на встроенный эталонный конденсатор.</p> <p>При включении-выключении Моста, а также при переключении режимов измерения рабочее напряжение должно быть отключено.</p>	<p>Отключите рабочее напряжение, поданное на встроенный эталонный конденсатор.</p> <p>При включении и выключении Моста, а также при коммутации схем и режимов измерения заземляйте корпус БИ!</p>
CA7100...	"Поддиапазон измерений не соответствует объекту. Включите автоматический выбор поддиапазона измерений."	Неправильно выбран поддиапазон измерений при его выборе вручную.	Установите "Автоматический" выбор поддиапазонов.

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100...	"Ток объекта больше допустимого значения!"	Значение тока объекта выше допустимого значения.	1. Убедитесь в правильности подключения оборудования и установки рабочего напряжения. 2. Проверьте выполнение требований 2.2.1, 2.2.2, 2.4.2, 2.4.3.
CA7100...	"Превышено допустимое значение тока эталонного конденсатора."	Неисправен эталонный конденсатор или неправильно введено значение его емкости	1. Убедитесь в правильности подключения оборудования и установки рабочего напряжения. 2. Обеспечьте выполнение требований, изложенных в 2.2.5, 2.3.4, 2.4.1, 2.4.4.
- CA7100...	"Проверьте схему измерительной цепи. Повторите измерение."	Неправильно подключено оборудование. Неисправны измерительные кабели.	1. Убедитесь в правильности подключения оборудования. 2. Проверьте измерительные кабели.

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100... (При использовании внешнего эталонного конденсатора)	"Значение тока эталонного конденсатора ниже допустимого."	Неисправен внешний эталонный конденсатор или неправильно введено значение его емкости. Не подано напряжение на внешний эталонный конденсатор, или вышел из строя предохранитель в канале "Co".	1. Проверьте исправность внешнего эталонного конденсатора. 2. Проверьте правильность ввода параметров внешнего эталонного конденсатора. 3. Убедитесь в правильности подключения оборудования и установки рабочего напряжения. 4. Проверьте исправность предохранителей и при необходимости замените их (раздел 12.4).
CA7100...	Мост не реагирует на команды БУ, в то же время индикатор включения питания (рисунок 5.2, поз.1) светится. Мост автоматически не выключается через 25 минут после последнего обращения к нему.	Аварийный ток в измерительной схеме.	1. Войдите в меню режимов БУ. 2. Выберите режим "Сброс БИ" и нажмите кнопку  . Индикатор включения питания должен погаснуть.

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100...	"Аварийный ток! Возможно перегорание предохранителей!"	Аварийный ток в измерительной схеме.	Проверьте исправность оборудования в измерительной схеме и правильность его подключения.
CA7100...	"Повторите операцию!"	Обрыв связи БИ с БУ. Аварийный ток в измерительной схеме.	1. Проверьте и приведите в соответствие подключение БИ к БУ. 2. Проверьте исправность оборудования в измерительной схеме и правильность его подключения.
CA7100...	"Проверьте схему измерительной цепи. Повторите измерение."	Неправильно подключено оборудование. Неисправны измерительные кабели. Аварийный ток в измерительной схеме.	Проверьте исправность оборудования в измерительной схеме и правильность его подключения
CA7100...	"Операция прервана пользователем"	Во время проведения измерения была нажата одна из кнопок БУ	Повторите процесс измерения

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100...	"Нет связи с ИПРН"	Неправильно подключено оборудование. Аварийный ток в измерительной схеме.	1. Проверьте подключение ИПРН к сети 220 В 50 Гц. 2. Проверьте и приведите в соответствие подключение БУ к ИПРН. 3. Проверьте исправность оборудования в измерительной схеме и правильность его подключения.
CA7100...	"Проверьте заземление ИПРН!"	Не подключено защитное заземление к ИПРН.	Подключите зажим (рисунок 7.3, поз.13) к защитному заземлению. <i>При работе от автономного генератора к защитному заземлению должны быть подключены генератор и ИПРН.</i>
CA7100-3	"Закорочен выход мегаомметра. Проверьте подключение."	В/в вывод мегаомметра закорочен на корпус либо подключена низкоомная нагрузка.	1. Проверьте правильность подключения оборудования. 2. Убедитесь в соответствии значения сопротивления объекта диапазону измерений сопротивления, указанному в п.2.2.4.

ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И
МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

CA7100...

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100-2, CA7100-3 (При использовании встроенного эталонного конденсатора)	"Значение тока эталонного конденсатора ниже допустимого."	Не подано напряжение на встроенный эталонный конденсатор, вышел из строя предохранитель в канале "C ₀ " или встроенный эталонный конденсатор неисправен.	1. Убедитесь в правильности подключения оборудования и установки рабочего напряжения. 2. Проверьте исправность предохранителей и при необходимости замените их (раздел 12.4). 3. Подключите внешний эталонный конденсатор и проведите измерения. Если сообщение повторяется, то обратитесь на предприятие-изготовитель для консультаций.
CA7100-3	"Закорочен выход мегаомметра. Проверьте подключение."	В/в вывод мегаомметра закорочен на корпус либо подключена низкоомная нагрузка.	1. Проверьте правильность подключения оборудования. 2. Убедитесь в соответствии значения сопротивления объекта диапазону измерений сопротивления, указанному в п.2.2.4.

ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И
МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

CA7100...

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100-3	"Внимание! Перед коммутацией заземляйте БИ!"	Коммутация схем и режимов измерения выполняется в условиях высокой напряженности электромагнитного поля.	Заземлите БИ на период коммутации с помощью: – короткозамыкателя при использовании Моста в переставной лаборатории; – заземляющей штанги при использовании Моста в полевых условиях. <i>Мост, в состав которого входит ИПРН, заземлять не требуется, поскольку заземление предусмотрено в схеме ИПРН.</i>
CA7100-3	"Подключена большая нагрузка. Проверьте подключение."	Подключена нагрузка с сопротивлением, имеющим значение ниже диапазона измерений.	1. Убедитесь в соответствии значения сопротивления объекта диапазону измерений сопротивления, указанному в п.2.2.4. 2. Выполните измерение при меньшем значении номинального напряжения с учетом п.2.2.4. 3. Зафиксируйте надежно разъем кабеля, подключенного к в/в выводу модуля измерения R.

**ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И
МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

CA7100...

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100...	<i>При поданном на измерительную схему напряжении, значения напряжения и частоты равны нулю.</i>	Неправильно собрана измерительная схема, вышел из строя предохранитель в канале "C ₀ " или неправильно введено значение C ₀ при использовании внешнего эталонного конденсатора.	1. Убедитесь в правильности подключения оборудования и установки рабочего напряжения. 2. Замените предохранитель в канале "C ₀ " Блока измерительного (раздел 12.4). 3. Введите паспортное значение емкости внешнего эталонного конденсатора C ₀ .
CA7100-3	"Пробой в измерительной цепи. Проверьте подключение."	Пробой или разрыв измерительной цепи при измерении сопротивления.	Проверьте правильность подключения оборудования.
CA7100...	<i>При измерении емкости C и tgδ объекта измерений результат существенно отличается от ожидаемого.</i>	Неправильно собрана измерительная схема или вышел из строя предохранитель в канале "C _x ".	1. Убедитесь в правильности подключения оборудования и установки рабочего напряжения. 2. Замените предохранитель в канале "C _x " (раздел 12.4). 3. Подключите Устройство CA7135 и проверьте работоспособность Моста в соответствии с 7.8.5. 4. Выполните измерения в режиме смены фазы согласно разделу 7.1.5.

CA7100...

**ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И
МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100-3	"В/в коммутатор не подключен."	Кабель интерфейсный Коммутатора CA7161 (поз.1, рисунок 7.13) не подключен к входу "Зарядное устройство" Блока измерительного Моста.	1. Если переключение режимов будет выполняться с помощью Коммутатора, то убедитесь в правильности подключения оборудования. 2. Если использование Коммутатора не предполагается, то следует выключить Коммутатор в меню программы БУ.
CA7100-3	"Режим в/в коммутатора не включен."	Коммутатор подключен к Мосту, но выключен в меню программы БУ.	1. Если использование Коммутатора предполагается, то следует включить Коммутатор в меню программы БУ. 2. Если использование Коммутатора в измерительной схеме не предполагается, отсоедините все кабели Коммутатора от Блока измерительного.
CA7100-3	"Неисправность в/в коммутатора."	Коммутатор CA7161 не выполняет переключение режимов измерения "C, tgδ" ↔ "R".	Выполнить повторное переключение. Если сообщение повторяется, то обратитесь на предприятие-изготовитель.

**ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И
МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

CA7100...

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
CA7100-2, CA7100-3 (При работе с коммутатором CA7161)	Коммутатор CA7161 не выполняет переключение схемы с прямой на инверсную или наоборот	Неисправность коммутатора CA7161	1.Выполнить повторное переключение. 2. Если мост «завис» и повторное переключение невозможно, выполнить команду «Сброс БИ» в меню, после чего повторить переключение. 3. Если проблема не устранена после 1 и 2, обратитесь на предприятие-изготовитель.
Тестирование CA7100...	"Не подключено тестирующее устройство."	Не подключен разъем "Интерфейс" Устройства CA7135 к входу "Зарядное устройство" Блока измерительного Моста. Устройство CA7135 не подключено к сети 220 В 50 Гц.	Проверить правильность подключения Устройства CA7135 к Мосту.
CA7100... (при наличии Устройства CA7135)	"Значение тока эталонного конденсатора ниже допустимого."	Устройство CA7135 не подключено к сети 220 В 50 Гц. Разъем "Со" Устройства CA7135 не подключен к соответствующему входу Моста. Перепутаны местами разъемы	1. Проверить правильность подключения Устройства CA7135 к Мосту. 2. Проверить исправность предохранителей и, при необходимости, заменить их в соответствии с разделом 12.4.

CA7100...

**ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И
МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

Исполнение Моста	Текст сообщения или внешнее проявление неисправности	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия оператора
		"Со" и "Сх, Rх" Устройства. Вышел из строя предохранитель 0,25 А в цепи Со Моста	
Тестирование CA7100...	"Ошибка тестирования. Повторите измерения в ручном режиме".	Разъем "Сх, Rх" Устройства CA7135 не подключен к соответствующему входу Моста. Разъем "—2,5 кВ" Устройства CA7135 не подключен к в/в выводу модуля измерения R Блока измерительного Моста (только для Моста CA7100-3). Вышел из строя предохранитель в цепи Сх, Rх Моста. В/в вывод встроенного эталонного конденсатора не соединен перемычкой с корпусным зажимом. Не установлен автоматический выбор поддиапазона измерений.	1.Проверить правильность подключения Устройства CA7135 к Мосту. 2.Соединить в/в вывод встроенного эталонного конденсатора перемычкой, входящей в комплект Моста, с корпусным зажимом. 3.Проверить исправность предохранителей Моста и, при необходимости, заменить их в соответствии с разделом 11.4 . 4. Необходимо установить "Автоматический" выбор поддиапазона измерений в соответствии с разделом 7.8.3. 5.Выполнить тестирование в ручном режиме.

11 ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

11.1 В случае работы по "инверсной" схеме измерения Блок измерительный Моста необходимо устанавливать на изолирующую подставку, рассчитанную на рабочее напряжение.

11.2 В случае работы с внешним эталонным конденсатором в/в вывод встроенного эталонного конденсатора необходимо соединить с корпусным зажимом Блока измерительного Моста.

12 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**12.1 Поддержание работоспособности и исправности Моста**

1) К эксплуатации и обслуживанию Моста должны допускаться лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации, "Правила устройства электроустановок".

2) Необходимо строго соблюдать график периодических проверок или калибровок.

3) Проверку или калибровку выполнять в соответствии с указаниями второй части РЭ.

4) Вид контроля метрологических характеристик после ремонта и в процессе эксплуатации определяют, исходя из области применения Моста. Проверка проводится органами государственной метрологической службы или аккредитованными на право проведения проверки лабораториями в соответствии с указаниями второй части РЭ.

Межповерочный интервал – не более одного года.

Рекомендованный интервал между калибровками – 1 год.

5) При перерывах в использовании Моста, а также при его хранении проводить заряд аккумулятора. Заряд должен проводиться не реже одного раза в 6 месяцев. Заряд выполнять в соответствии с разделом 6.2.

12.2 Замена аккумулятора

В Мосте использован герметичный аккумулятор NP7-6 фирмы YUASA или его аналог. *Замена аккумулятора в течение гарантийного срока осуществляется предприятием-изготовителем или сервисной службой.*

Для замены аккумулятора необходимо:

- 1) Выключить Мост.
- 2) Убедиться в том, что разъем ЗУ не подключен к Блоку измерительному Моста.
- 3) При помощи ключа, входящего в комплект Моста, открыть крышку Блока измерительного.
- 4) Отключить клеммы от контактов аккумулятора.
- 5) Снять хомут, крепящий аккумулятор, и вынуть аккумулятор.
- 6) Наклеить на основание нового аккумулятора резиновую прокладку.
- 7) Установить новый аккумулятор и зафиксировать на нем хомут.

8) Соблюдая полярность, подключить клеммы к контактам аккумулятора. **Несоблюдение полярности приведет к выходу из строя Блока измерительного!**

9) Закрыть крышку Блока измерительного.

10) Провести заряд аккумулятора в соответствии с разделом 6.2.

12.3 Ремонт измерительных кабелей

При ремонте измерительных кабелей следует учитывать, что центральная жила кабеля должна быть подпаяна к соединенным между собой контактам №1 и №2 разъема типа XLR, а экран кабеля – к соединенным между собой контакту №3 и корпусному выводу этого разъема.

12.4 Замена предохранителей

1) Выключить Мост.

2) При помощи ключа, входящего в комплект Моста, открыть крышку Блока измерительного.

3) Открыть необходимый держатель вставки плавкой согласно маркировке и заменить вставку.

4) Закрыть держатель и крышку Блока измерительного.

13 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

13.1 Мосты в упаковке изготовителя могут транспортироваться в крытых транспортных средствах любым видом транспорта, самолетом – в отопливаемых герметизированных отсеках.

13.2 При транспортировке Мостов необходимо соблюдать меры предосторожности.

13.3 Во время погрузочных и разгрузочных работ при транспортировке Мосты не должны подвергаться воздействию атмосферных осадков.

13.4 Условия хранения Мостов в упаковке предприятия-изготовителя должны соответствовать условиям хранения 1 по ГОСТ 15150-69. Для предотвращения выхода из строя жидкокристаллического индикатора БУ следует не допускать снижения температуры хранения ниже минус 20 °С.

13.5 В помещениях для хранения Мостов содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150-69.