

УТВЕРЖДАЮ

УТВЕРЖДАЮ

(в части раздела 13 «Методика поверки»)

Генеральный директор
ООО «Остек-Электро»

Е.А. Мордкович



«31» января 2017 г.

Технический директор
ООО «ИЦРМ»

М. С. Казаков



«31» января 2017 г.

**СИСТЕМА КОНТРОЛЯ МОНТАЖА
«УЛЕЙ»**

Руководство по эксплуатации

ЛДПА.411713.000 РЭ

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2017 г.

13 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

13.1 Вводная часть

13.1.1 Настоящая методика поверки распространяется на системы контроля монтажа УЛЕЙ (далее по тексту-системы) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

13.1.2 На первичную поверку следует предъявлять систему, принятую отделом технического контроля организации-изготовителя или уполномоченным на то представителем организации, до ввода в эксплуатацию и после ремонта.

13.1.3 На периодическую поверку следует предъявлять систему в процессе эксплуатации и хранения, которая была подвергнут регламентным работам необходимого вида, и в эксплуатационных документах на которую есть отметка о выполнении указанных работ.

13.1.4 Периодичность поверки в процессе эксплуатации и хранения устанавливается потребителем с учетом условий и интенсивности эксплуатации системы, но не реже одного раза в год.

13.1.5 В соответствии с Разделом III п.16 и п. 18 Приказа Минпромторга от 02.07.2015 №1815 «Порядок проведения поверки»: «Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава СИ в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки, если это установлено методикой поверки», а так же «Периодическую поверку СИ, предназначенных для измерений (воспроизведения) нескольких величин или имеющих несколько поддиапазонов измерений, но используемых для измерений (воспроизведения) меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, допускается на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме, при условии наличия в методике поверки соответствующих указаний» Поэтому при проведении периодической поверки допускается по заявлению владельца системы сокращенная поверка с обязательным оформлением соответствующей документации.

Операции поверки

13.2 При проведении поверки выполнять операции, указанные в таблице 13.1.

Таблица 13.1 - Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта настоящего руководства	Проведение операции при	
			первой проверке или после ремонта	периодической проверке
1	Внешний осмотр	13.8.1	+	+
2	Опробование	13.8.2	+	+
3	Подтверждение соответствия программного обеспечения	13.8.3	+	+

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	LDP.A.411713.000 РЭ	Лист
						30

Продолжение таблицы 13.1

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта настоящего руководства	Проведение операции при	
			первичной проверке или после ремонта	периодической проверке
4	Проверка электрического сопротивления защитного заземления установки, электрической прочности изоляции и электрического сопротивления изоляции цепей сетевого питания	13.8.4	+	-
5	Проверка метрологических характеристик системы	13.8.5	+	+
5.1	Проверка относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока	13.8.5.1	+	+
5.2	Проверка относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	13.8.5.2	+	+
5.3	Проверка относительной погрешности воспроизведения значений силы постоянного тока	13.8.5.3	+	+
5.4	Проверка относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме	13.8.5.4	+	+
5.5	Проверка относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме измерений	13.8.5.5	+	+
5.6	Проверка относительной погрешности измерений электрического сопротивления изоляции	13.8.5.6	+	+
5.7	Проверка относительной погрешности измерений электрической емкости	13.8.5.7	+	+
6	Проверка погрешностей измерений электрического сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме, электрического сопротивления постоянному току по четырёхпроводной схеме, электрического сопротивления изоляции, электрической емкости при помощи блока поверочного БП-12М	13.8.6	+	+

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

13.2.1 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

13.2.2 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки систему бракуют и его поверку прекращают.

13.2.3 Для автоматизации процесса поверки допускается проводить проверку электрического сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме, электрического сопротивления постоянному току по четырёхпроводной схеме, электрического сопротивления изоляции, электрической емкости при помощи блока поверочного БП-12М согласно пункту 1.8.6

13.3 Средства поверки

При проведении поверки применяются средства измерений, указанные в таблице 13.2.

Таблица 13.2 - Средства поверки

Номер пункта	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки	Регистрационный номер в федеральном информационном фонде
Основные средства поверки		
13.8.5.1-13.8.5.3 13.8.6.1.2- 13.8.6.1.3	Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A	№ 25984-14
13.8.5.1; 13.8.5.2	Вольтметр C511	№ 10194-85
13.8.5.4; 13.8.5.5	Магазин сопротивления Р4831	№ 48930-12
13.8.5.4-13.8.5.6	Магазин сопротивления измерительный постоянного тока Р4001	№ 2508-69
13.8.5.6	Калибратор электрического сопротивления КС-100К5Т	№ 54539-13
13.8.5.7	Набор мер электрической емкости ГТК-1/9	№ 32263-06
13.8.5.7	Магазин емкости Р5025	№ 5395-76
13.8.6.1.2	Измеритель электрического сопротивления изоляции Е6-26	№ 35903-07
13.8.6.1.5	Измеритель имmittанса НМ8118	№ 50577-12
Вспомогательные средства поверки		
13.8.4	Тестер электрической безопасности SXS56	№ 56870-14
13.8.6	Блок поверочный БП-12М ЛДПА.441329.001*	-диапазон воспроизведения сопротивления от 0,001 Ом до 5 ГОм; - диапазон воспроизведения емкости от 100 пФ до 10 мФ Примечания - Блок БП-12М с переходным кабелем является опцией рабочего места и поставляется по заказу. Возможно использование более поздних версий БП (БП-12МХХ)

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Продолжение таблицы 13.2

Номер пункта	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки	Регистрационный номер в федеральном информационном фонде
13.8	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4	№ 28208-04
	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1	№ 5738-76
	Психрометр аспирационный М-34-М	№ 10069-11

Примечания:

- 1) Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение характеристик системы с требуемой точностью.
- 2) Применяемые средства поверки должны быть исправны.
- 3) Средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

13.4 Требования к квалификации поверителей.

13.3.1 К проведению поверки допускают лица, имеющие документ о повышении квалификации в области поверки средств измерений электрических величин.

13.3.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до и выше 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

13.5 Требования безопасности

13.5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами техники безопасности, при эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок». Должны быть соблюдены также требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на системы и применяемые средства измерений.

13.5.2 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

13.6 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) $101,3 \pm 4$ (750 ± 30);
- напряжение питающей сети, В 220 ± 10 %;
- частота питающей сети, Гц $50 \pm 0,5$.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

13.7 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- провести технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75;
- выдержать систему в условиях окружающей среды, указанных в п.1.6, не менее 8 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.1.6;
- подготовить к работе средства измерений, используемые при поверке, в соответствии с руководствами по их эксплуатации (все средства измерений должны быть исправны и поверены);
- должны быть выполнены все регламентные работы, описанные в Разделе 15 настоящего Руководства, - наличие соответствующих записей в формуляре системы;
- рабочее место при выполнении поверки должно обеспечивать возможность размещения средств поверки, удобство и безопасность работы с ними оператора.
- при выполнении поверки рекомендуется вести и хранить протоколы в виде файлов. Все вводимые в ПЭВМ значения величин должны быть представлены в единицах Международной системы единиц (СИ) в формате с плавающей точкой.
- при включении и выключении систем следует руководствоваться Приложением А;
- о результатах поверки должна быть сделана запись в формуляре системы.

13.8 Порядок проведения поверки.

Перед проведением поверки необходимо измерить и внести в протокол поверки значения параметров условий окружающей среды (температура, влажность воздуха и атмосферное давление) и параметров сети. Данные значения занести в протокол поверки системы.

13.8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить соответствие системы следующим требованиям:

- наличие эксплуатационной документации;
- соответствие маркировки и комплектности системы;
- система не должна иметь механических повреждений.

Результаты проверки считаются положительными, если выполняются все вышеуказанные требования

13.8.2 Опробование

Опробование системы выполнять согласно п. 11.7 данного Руководства.

Результаты опробования считать положительными, если при проверке системы не было сообщений о неисправностях.

13.8.3 Подтверждение соответствия специального программного обеспечения

На ПЭВМ в открытом окне СПО “СОТА” зафиксировать номер версии, который должен быть не ниже указанного в таблице 13.3.

Таблица 13.3 - Характеристики специального программного обеспечения (СПО)

Идентификационные данные (признаки)		Значение
Идентификационное наименование ПО		«СОТА»
Номер версии ПО (идентификационный код), не ниже		1.00
Цифровой идентификатор ПО		-

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛДПА.411713.000 РЭ

Лист

34

13.8.4 Проверка электрического сопротивления защитного заземления, электрической прочности изоляции и электрического сопротивления изоляции цепей сетевого питания.

Внимание! Система должна быть отключена от питающей сети и контура заземления при проведении испытаний, указанных в данном пункте!

13.8.4.1 Проверку электрического сопротивления защитного заземления выполнять в следующем порядке:

1) Подготовить тестер электрической безопасности SXS56 (далее по тексту – SXS56) в соответствии с руководством по эксплуатации (далее по тексту – РЭ) для проведения измерения электрического сопротивления заземления. Значение выходного тока устанавливаем равным 32А.

2) При помощи SXS56 произвести измерение электрического сопротивления цепи между элементом подсоединения к системе внешнего контура заземления и любой токопроводящей частью, расположенной на лицевой части системы.

Результат проверки считать положительным, если измеренное значение электрического сопротивления заземления не превышает 0,1 Ом.

13.8.4.2 Проверку электрической прочности изоляции цепей сетевого питания системы выполнять в следующем порядке:

1) подготовить SXS56 в соответствии с РЭ для проведения испытания электрической прочности изоляции со следующими параметрами: выходное напряжение переменного тока 1500 В частотой 50 Гц, время выдержки выходного напряжения 60 секунд, скорость увеличения выходного напряжения не более 500 В за 1 с;

2) отсоединить от цепей сетевого питания устройства, не допускающие приложение испытательного напряжения 1500 В;

3) высоковольтный выход SXS56 соединить с двумя контактами (фаза + нейтраль) вилки кабеля сетевого питания системы. Убедиться визуально в отсутствии контакта высоковольтного выхода SXS56 с контактом рабочего заземления вилки кабеля;

4) общий выход установки SXS56 соединить с шиной цепи защитного заземления;

5) провести испытание электрической прочности изоляции.

6) По окончании испытания восстановить соединение с контуром заземления помещения и, при необходимости, с питающей сетью.

Результаты проверки считать положительными, если при проведении проверки не произошло пробоя электрической изоляции.

13.8.4.3 Проверку сопротивления изоляции, цепей сетевого питания системы, относительно корпуса выполнять в следующем порядке:

1) Подготовить SXS56 в соответствии с РЭ.

2) Измерить сопротивление изоляции между шиной цепи защитного заземления системы и каждым из контактов вилки кабелей сетевого питания, соединяемых непосредственно с внешней сетью питания, путем приложения к проверяемым цепям напряжения постоянного тока равного 500 В в течении 1 мин.

3) Восстановить соединения между составными частями системы и, при необходимости, между системой и сетью питания.

Результаты проверки считать положительными, если все измеренные значения сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	Н докум.	Подп.	Дата

13.8.5 Проверка метрологических характеристик

13.8.5.1 Проверка относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока.

13.8.5.1.1 Проверка относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне от 50 до 1500 В (без подключения к системе тестера электрической безопасности серии DXS).

Примечание - Данная проверка проводится только при наличии в составе системы высоковольтного измерительного модуля переменного напряжения.

1) Максимальное значение выходного напряжения переменного тока зависит от типа коммутационного модуля и может достигать значения 1,5 кВ.

2) Для проведения измерений необходимо подготовить мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A (далее по тексту - Fluke 8508A) - для испытательных сигналов до 1 кВ и киловольтметр C511 (далее по тексту – C511) - для проверки испытательных сигналов выше 1 кВ в соответствии с их руководствами по эксплуатации и переходной кабель ЛДПА.685611.038 или ЛДПА.685611.039 в зависимости от типа коммутационного модуля.

Примечание – для различного типа коммутационных модулей могут использоваться иные кабели коммутации, выбор которых осуществляется в соответствии с РЭ.

3) Подключить Fluke 8508A или C511 (в зависимости от величины испытательного сигнала) к системе и при помощи системы воспроизвести испытательные сигналы напряжения переменного тока. Значения воспроизводимых сигналов напряжения переменного тока выбирается в диапазоне от 50 В до максимального значения, зависящего от типа коммутационного модуля в соответствии с таблицей 13.4.

Таблица 13.4 - Таблица измеряемых значений напряжений переменного тока

№ измерения	Установленное на системе значение напряжения переменного тока U_x , В	Значение напряжения переменного тока, измеренное Fluke 8508A (или C511) U_m , В	Пределы относительной погрешности, %
1	50		±10
2	60		
3	75		
4	80		
5	100		
6	200		
7	500		
8	750		
9	1000		
10	1500		

4) Для проведения измерений необходимо в СПО “СОТА” открыть проект “Метрология”, находящийся на диске с ПО. Далее следуя инструкциям программы VAC

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

проекта провести измерения. Также возможно проведения измерений с помощью ручного режима СПО “СОТА”.

5) Результаты измерений занести в электронную таблицу “Протокол поверки” (пример представлен на рисунке 13.1) и рассчитать погрешность, используя функцию Анализ данных встроенного макроса для расчета.

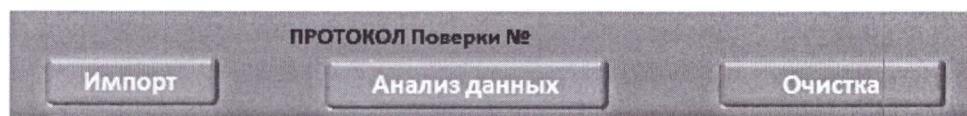


Рисунок 13.1 - Встроенный макрос для расчета относительной погрешности измерений.

6) Расчет относительной погрешности δU по измеренным значениям производится по формуле (1).

$$\delta U = \frac{U_x - U_m}{U_m} \cdot 100\% \quad (1)$$

где U_m – измеренное значение напряжения при помощи Fluke 8508A или вольтметра C511, В;

U_x – установленное значение выходного напряжения на системе, В.

Результаты измерений считать положительными, если полученные значения относительной погрешности воспроизведений напряжения переменного тока находятся в пределах, указанных в таблице 13.4.

13.8.5.1.2 Проверка относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне от 100 до 5000 В (с подключением к системе тестера электрической безопасности серии DXS).

Проверку проводить по документу МП 56780 «Тестеры электрической безопасности серий DXS, RXS, SXS. Методика поверки».

13.8.5.2 Проверка относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока.

13.8.5.2.1 Проверка относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от 0,1 до 2120 В (без подключения тестера электрической безопасности серии DXS).

Примечание - Проверка напряжения выше 20 В проводится только при наличии в составе системы высоковольтного измерительного модуля постоянного напряжения.

1) Максимальное значение выходного напряжения постоянного тока зависит от типа коммутационного модуля.

2) Для проведения измерений необходимо подготовить приборы

- Fluke 8508A (для диапазона воспроизведения напряжения постоянного тока от 0,1 до 1000 В);

- C511 (для диапазона воспроизведения напряжения постоянного тока от 1000 до 2120 В);

- кабель коммутации (на 64 канала - ЛДПА.685611.039 или на 128 каналов - ЛДПА.685611.038).

Инв. № подп.	Подп.	Инв. №	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

Примечание – для различного типа коммутационных модулей могут использоваться иные кабели коммутации, выбор которых осуществляется в соответствии с РЭ.

3) Подключить Fluke 8508A или вольтметр C511 (в зависимости от величины испытательного сигнала) к системе и при помощи системы воспроизвести испытательные сигналы напряжения постоянного тока. Значения воспроизводимых сигналов напряжения постоянного тока выбирается в диапазоне от 20 В до максимального значения, зависящего от наличия высоковольтного измерительного модуля постоянного напряжения и типа коммутационного модуля в соответствии с таблицей 13.5.

Таблица 13.5 - Таблица значений напряжений постоянного тока

№ измерения	Установленное на системе значение напряжения постоянного тока U_x , В	Значение напряжения постоянного тока, измеренное Fluke 8508A (или C511) U_m , В	Пределы относительной погрешности, %
1	0,10		
2	5		
3	10		
4	15		
5	20		
6	20		
9	500		
10	1000		
11	1500		
12	2120		

4) Для проведения измерений необходимо в СПО “СОТА” открыть проект “Метрология”, находящийся на диске с ПО. Далее следуя инструкциям программы VDC проекта провести измерения. Также возможно проведения измерений с помощью ручного режима СПО “СОТА”.

5) Результаты измерений занести в электронную таблицу “Протокол поверки” и рассчитать погрешность, используя функцию Анализ данных встроенного макроса для расчета.

6) Расчет относительной погрешности δU в программе по измеренным значениям производится по формуле (1).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока находятся в пределах, указанных в таблице 13.5.

13.8.5.2.2 Проверка относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от 100 до 6000 В (с подключением к системе тестера электрической безопасности серии DXS).

Проверку проводить по документу МП 56780 «Тестеры электрической безопасности серий DXS, RXS, SXS. Методика поверки».

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

13.8.5.3 Проверка относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока.

1) Для проверки относительной погрешности необходимо подготовить Fluke 8508A в соответствии с руководством по эксплуатации и переходной кабель на 64 (ЛДПА.685611.039) или 128 канала (ЛДПА.685611.038).

П р и м е ч а н и е – для различного типа коммутационных модулей могут использоваться иные кабели коммутации.

2) Подключить Fluke 8508A к системе и при помощи системы воспроизвести испытательные сигналы силы постоянного тока в соответствии с таблицей 13.6.

Таблица 13.6– Значения испытательных сигналов силы постоянного тока.

№ измерения	Установленное на системе значения силы постоянного тока I_x , А	Значение силы постоянного тока, измеренное Fluke 8508A I_m , А	Пределы относительной погрешности, %
1	0,0001		
2	0,010		
3	0,011		
4	0,015		
5	0,020		
6	0,050		
7	0,100		
8	0,110		
9	0,150		
10	0,200		
11	0,500		
12	1,000		
13	1,100		
14	1,500		
15	2,000		

±0,5

3) Для проведения измерений необходимо в СПО “СОТА” открыть проект “Метрология”, находящийся на диске с ПО. Далее следуя инструкциям программы I проекта провести измерения. Также возможно проведения измерений с помощью ручного режима СПО “СОТА”.

4) Результаты измерений занести в электронную таблицу “Протокол поверки” и рассчитать погрешность, используя функцию Анализ данных встроенного макроса для расчета.

5) Расчет относительной погрешности δI в программе по измеренным значениям производится по формуле (2).

$$\delta I = \frac{I_x - I_m}{I_m} \cdot 100\% \quad (2)$$

где I_m – измеренное значение силы постоянного тока при помощи Fluke 8508A, А;
 I_x – установленное значение силы постоянного тока на системе, А.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.

Изм.	Лист	Н докум.	Подп.	Дата

Результаты проверки считать положительными, если полученные значения относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока находятся в пределах, указанных в таблице 13.6.

13.8.5.4 Проверка относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме.

1) Для проведения измерений подготовить магазин сопротивления Р4831 (далее по тексту – Р4831), магазин сопротивления измерительный постоянного тока Р4001 (далее по тексту - Р4001) и систему в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Для проверки погрешности измерения электрического сопротивления в диапазоне от 1 Ом до 10 кОм использовать Р4831, для проверки погрешности измерения электрического сопротивления в диапазон от 10 кОм до 10 МОм использовать Р4001.

2) Подключить Р4831 или Р4001 к системе (в зависимости от значения электрического сопротивления) и поочередно установить значения электрического сопротивления в соответствии с таблицей 13.7

Таблица 13.7 - Измерение значений электрического сопротивления по двухпроводной схеме

№ измерения	Номинальное значение	Значение электрического сопротивления, измеренное системой, Rx	Пределы относительной погрешности, %
1	1 Ом	± 1	± 1
2	5 Ом		
3	10 Ом		
4	100 Ом		
5	1 кОм		
6	100 кОм		
7	1 МОм		
8	10 МОм		

3) Для проведения измерений необходимо в СПО “СОТА” открыть проект “Метрология”, находящийся на диске с ПО. Далее следуя инструкциям программы Р проекта провести измерения. Также возможно проведения измерений с помощью ручного режима СПО “СОТА”.

4) Результаты измерений занести в электронную таблицу “Протокол поверки” и рассчитать погрешность по формуле (3).

$$\delta R = \frac{R_x - R_m}{R_m} \cdot 100\% \quad (3)$$

где R_m – значение электрического сопротивления, установленное на Р4831 или Р4001, Ом (кОм, МОм);

R_x – значение электрического сопротивления, измеренное системой, Ом (кОм, МОм).

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

Результаты измерений считать положительными, если полученные значения относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме находятся в пределах, указанных в таблице 13.7.

13.8.5.5 Проверка относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме

1) Для проведения измерений подготовить Р4831, Р4001 и систему в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Для проверки погрешности измерения электрического сопротивления в диапазоне от 0,001 Ом до 10 кОм использовать Р4831, для проверки погрешности измерения электрического сопротивления в диапазон от 10 кОм до 10 МОм использовать Р4001;

2) Подключить Р4831 или Р4001 к системе (в зависимости от значения электрического сопротивления) и поочередно установить значения электрического сопротивления в соответствии с таблицей 13.8.

Таблица 13.8 - Таблица измеряемых значений электрического сопротивления по четырехпроводной схеме.

№ измерения	Номинальное значение	Значение сопротивления, измеренное системой, R_x	Пределы относительной погрешности, %
1	0,001 Ом		± 1
2	0,1 Ом		
3	1 Ом		
4	10 Ом		
5	100 Ом		
6	200 Ом		$\pm 0,5$
7	1 кОм		
8	100 кОм		
19	1 МОм		
10	10 МОм		

3) Для проведения измерений необходимо в СПО “СОТА” открыть проект “Метрология”, находящийся на диске с ПО. Далее следуя инструкциям программы Р проекта провести измерения. Также возможно проведения измерений с помощью ручного режима СПО “СОТА”.

4) Результаты измерений занести в электронную таблицу “Протокол поверки” и рассчитать погрешность по формуле (3).

Результаты измерений считать положительными, если полученные значения относительной погрешности электрического сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме находятся в пределах, указанных в таблице 13.8.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

13.8.5.6 Проверка относительной погрешности измерений электрического сопротивления изоляции.

1) Для проведения измерений подготовить Р4001 и калибратор электрического сопротивления КС-100К5Т (далее по тексту – КС-100К5Т) и систему в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Для проверки погрешности измерения электрического сопротивления в диапазоне от 50 кОм до 100 кОм использовать Р4001, для проверки погрешности измерения электрического сопротивления в диапазоне от 100 кОм до 5 ГОм использовать КС-100К5Т;

2) Для измерения электрического сопротивления изоляции требуется высоковольтный измерительный модуль постоянного напряжения.

3) Максимальное значение измеряемого электрического сопротивления определяется типом коммутационного модуля.

4) Подключить КС-100К5Т или Р4001 к системе (в зависимости от значения электрического сопротивления) и поочередно установить значения электрического сопротивления в соответствии с таблицей 13.9.

Таблица 13.9- Таблица измеряемых значений электрического сопротивления изоляции

№ измерения	Номинальное значение	Значение сопротивления, измеренное системой, Rx	Пределы относительной погрешности, %
1	50 кОм		±5
2	100 кОм		
3	1 МОм		
4	10 МОм		
5	100 МОм		
6	200 МОм		
7	1 ГОм		
8	2 ГОм		
9	4 ГОм		
10	5 ГОм		

5) Для проведения измерений необходимо в СПО “СОТА” открыть проект “Метрология”, находящийся на диске с ПО. Далее следуя инструкциям программы R проекта провести измерения. Также возможно проведения измерений с помощью ручного режима СПО “СОТА”.

6) Результаты измерений занести в электронную таблицу “Протокол поверки” и рассчитать погрешность по формуле (4).

$$\delta R = \frac{R_x - R_m}{R_m} \cdot 100\% \quad (4)$$

где R_m – значение электрического сопротивления, установленное на Р4001 или КС-100К5Т, кОм (МОм, ГОм)

R_x – значение электрического сопротивления, измеренное системой, кОм (МОм, ГОм).

Результаты измерений считать положительными, если полученные значения относительной погрешности электрического сопротивления изоляции находятся в пределах, указанных в таблице 13.9.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	Лист 42
ЛДПА.411713.000 РЭ					

13.8.5.7 Проверка относительной погрешности измерений электрической емкости.

1) Для проведения измерений подготовить магазин емкости Р5025 (далее по тексту - Р5025) для проверки значений электрической емкости в диапазоне от 100 пФ до 100 мкФ, набор мер электрической емкости ГТК-1/9 (далее по тексту – ГТК-1/9) для проверки значений электрической емкости в диапазоне от 1 до 9 мФ, и систему в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

2) Подключить Р5025 или ГТК-1/9 (в зависимости от проверяемого значения электрической емкости) к системе.

3) При помощи Р5025 или ГТК-1/9 установить значение электрической емкости в соответствии с таблицей 13.10.

Таблица 13.10 - Измерение значений электрической емкости

№ измерения	Номинальное значение	Значение ёмкости, измеренное системы, C_x	Пределы относительной погрешности, % для системы с количеством каналов	
			≤ 4352	>4352
1	100 пФ			
2	1 нФ			
3	10 нФ			
4	100 нФ			
5	1 мкФ			
6	10 мкФ			
7	100 мкФ			
8	1 мФ			
9	9 мФ			

4) Для проведения измерений необходимо в СПО “СОТА” открыть проект “Метрология”, находящийся на диске с ПО. Далее следуя инструкциям программы С проекта провести измерения. Также возможно проведения измерений с помощью ручного режима СПО “СОТА”.

5) Результаты измерений занести в электронную таблицу “Протокол поверки” и рассчитать погрешность по формуле (5).

$$\delta C = \frac{C_x - C_m}{C_m} \cdot 100\% \quad (5)$$

где C_m – значение емкости, установленное на Р5025 или ГТК-1/9;

C_x – значение емкости, измеренное системой.

Результаты измерений считать положительными, если полученные значения относительной погрешности измерения электрической емкости находятся в пределах, указанных в таблице 13.10.

13.8.6 Проверка погрешностей измерений электрического сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме, электрического сопротивления постоянному току по четырёхпроводной схеме, электрического сопротивления изоляции, электрической емкости при помощи блока поверочного БП-12М

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Лист

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

ЛДПА.411713.000 РЭ

13.8.6.1 Определение действительных значений сопротивления и ёмкости блока поверочного БП-12М

13.8.6.1.1 При определении действительных значений блока поверочного БП-12М (далее по тексту-БП-12М) необходимо измерить все компоненты, находящиеся в БП-12М, которые в дальнейшем будут являться точками проверки метрологических характеристик системы.

После определения, необходимо занести эти значения в электронную таблицу “Протокол поверки” находящуюся на диске с ПО.

В электронной таблице “Протокол поверки” после внесения действительных значений БП-12М и значений, измеренных системой, необходимо произвести расчет погрешности с помощью встроенного макроса, или вручную.

Блок БП-12М представляет собой магазин резисторов и конденсаторов, при его подключении необходимо помнить, что:

1) для правильного выполнения переключения нужного значения сопротивления/емкости необходимо руководствоваться следующими правилами:

- все три переключателя связаны между собой;
- для перехода ко второму переключателю необходимо установить первый в нижнее - нейтральное положение, обозначенное стрелкой перехода;
- для перехода к третьему переключателю необходимо первый и второй установить в нейтральное положение.

2) В изначальном состоянии двухпозиционный четырехнаправленный тумблер «Разряд/Работа» на блоке БП 12М должен находиться в положении «Разряд». Перед выполнением измерений перевести тумблер в положение «Работа», произвести измерение и затем вернуть в изначальное состояние «Разряд».

3) Подключение к БП-12М также может осуществляться с помощью переходного кабеля ЛДПА.685611.045

13.8.6.1.2 Подготовить к работе Fluke 8508A и измеритель электрического сопротивления изоляции Е6-26 (далее по тексту – Е6-26) в соответствии с его руководством по эксплуатации. Для определения действительных значений сопротивлений БП-12М равных 50 кОм и 100 МОм необходимо использовать Fluke 8508A, для определения действительных значений сопротивлений БП-12М равных 1 ГОм, 2 ГОм, 4 ГОм, 5 ГОм необходимо использовать Е6-26

Выполнить измерение действительных значений сопротивлений БП-12М в соответствии с таблицей 13.11 и записать полученные значения в протокол поверки.

Таблица 13.11 – Определение действительных значений сопротивлений БП-12М в диапазоне 50 кОм - 5ГОм

Номинальное значение сопротивления	Значение сопротивления, измеренное Fluke 8508A (или Е6-26), R _m
50 кОм	
100 МОм	
1 ГОм	
2 ГОм	
4 ГОм	
5 ГОм	

13.8.6.1.3 Подготовить к работе Fluke 8508A к измерениям по 4-х-проводной схеме в соответствии с руководством по эксплуатации.

Инв. № подп.	Подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

При помощи Fluke 8508A определить значения сопротивлений БП-12М в диапазоне от 1 мОм до 10 МОм в соответствии со значениями, указанными в таблице 13.12.

Записать полученные значения в протокол поверки.

Таблица 13.12 – Определение действительных значений сопротивлений БП-12М в диапазоне от 1 мОм до 10 МОм

Номинальное значение	Значение сопротивления, измеренное Fluke 8508A, R_m
1 мОм*	
10 мОм	
100 мОм	
1 Ом	
4,7 Ом	
10 Ом	
100 Ом	
1 кОм	
100 кОм	
1 МОм	
10 МОм	

Примечание - * - проверка номинального значения электрического сопротивления 1 мОм проводится в зависимости от модификации БП-12М

13.8.6.1.4 Подготовить к работе Fluke 8508A к измерениям по 2-х-проводной схеме в соответствии с руководством по эксплуатации. Для определения действительных значений сопротивлений БП-12М в диапазоне от 1 Ом до 10 МОм.

При помощи Fluke 8508A определить значения сопротивлений БП-12М в соответствии со значениями, указанными в таблице 13.13.

Записать полученные значения в протокол поверки.

Таблица 13.13 – Определение действительных значений сопротивлений БП-12М в диапазоне от 1 Ом до 10 МОм

Номинальное значение	Значение сопротивления, измеренное Fluke 8508A, R_m
1 Ом	
4,7 Ом	
10 Ом	
100 Ом	
1 кОм	
100 кОм	
1 МОм	
10 МОм	

13.8.6.1.5 Измерения действительных значений электрической ёмкости с помощью измерителя иммитанса HM8118 (далее по тексту – HM8118) производятся следующим образом:

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

- 1) Подготовить и включить HM8118 в соответствии с руководством по эксплуатации.
- 2) На HM8118 установить значение напряжения переменного тока 1,5 В и частоту сигнала 20 Гц.
- 3) При помощи HM8118 выполнить измерение значений электрической емкости, устанавливая значения измеряемого значения емкости в соответствии с таблицей 13.14, при помощи переключателей на БП-12М.

Примечание: для подключения можно также использовать кабель ЛДПА.685611.045.

- 4) Записать в электронную таблицу “Протокол поверки” результаты измерения с точностью до 4 знака после запятой.

Таблица 13.14 - Определение действительных значений электрических емкостей в диапазоне от 100 пФ до 10,0 мФ на блоке БП-12М

Номинальное значение	Значение электрической емкости, измеренное HM8118, С _m
100 пФ	
1 нФ	
10 нФ	
100 нФ	
1 мкФ	
10 мкФ	
100 мкФ	
1 мФ	
3,3 мФ	
6,8 мФ	
8,5 мФ	
10 мФ	

Примечание - В электронной форме протокола результаты измерений необходимо записывать в числовом или экспоненциальном формате. Например, при измерении емкости 10 нФ показания составляют 9,9678 нФ, тогда в соответствующую ячейку документа необходимо записывать значение 9.9678E-9.

Внимание! Запись в виде 9.9678п или 9.9678р не допускается!

13.8.6.2 Проверка относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме.

- 1) Для проведения измерений подготовить блок БП-12М, переходной кабель на 64 (ЛДПА.685611.039) или 128 каналов (ЛДПА.685611.038).

Примечание – для различного типа коммутационных модулей могут использоваться иные кабели коммутации, выбор которого осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

2) Значения электрического сопротивления, устанавливаемых на БП-12М представлены в таблице 13.15

Таблица 13.15 - Измерение значений электрического сопротивления по двухпроводной схеме

№ измерения	Номинальное значение	Значение сопротивления, измеренное системой, R_x	Пределы относительной погрешности, %
1	1 Ом		± 1
2	4,7 Ом		
3	10 Ом		
4	100 Ом		
5	1 кОм		
6	100 кОм		
7	1 МОм		
8	10 МОм		

3) Для проведения измерений необходимо в СПО “СОТА” открыть проект “Метрология”, находящийся на диске с ПО. Далее, подключив БП-12 М к системе, необходимо следуя инструкциям программы R проекта провести измерения. Также возможно проведения измерений с помощью ручного режима СПО “СОТА”.

4) Результаты измерений занести в электронную таблицу “Протокол поверки” и рассчитать погрешность, используя функцию Анализ данных встроенного макроса для расчета.

5) Расчет относительной погрешности δR в программе по измеренным значениям производится по формуле (6).

$$\delta R = \frac{R_x - R_m}{R_m} \cdot 100\% \quad (6)$$

где R_m – значение электрического сопротивления, измеренное эталонным прибором, Ом (из таблиц 13.13 или 13.12);

R_x – значение электрического сопротивления, измеренное системой, Ом.

Результаты измерений считать положительными, если полученные значения относительной погрешности измерений электрического сопротивлений постоянному току по двухпроводной схеме находятся в пределах, указанных в таблице 13.15.

13.8.6.3 Проверка относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме

1) Для проведения измерений необходимо подготовить блок БП-12М и соответствующий переходной кабель;

2) Значения электрического сопротивления, устанавливаемых на БП-12М представлены в таблице 13.16.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Таблица 13.16 - Таблица измеряемых значений электрического сопротивления по четырехпроводной схеме

№ измерения	Номинальное значение	Значение электрического сопротивления, измеренное системой, R_x	Пределы относительной погрешности, %
1	0,001 Ом*		±1
2	0,01 Ом		
3	0,1 Ом		
4	1 Ом		
5	4,7 Ом		
6	10 Ом		
7	100 Ом		
8	1 кОм		
9	100 кОм		
10	1 МОм		
11	10 МОм		

Примечание - * - проверка номинального значения электрического сопротивления 0,001 Ом проводится в зависимости от модификации БП-12М

3) Для проведения измерений необходимо в СПО “СОТА” открыть проект “Метрология”, находящийся на диске с ПО. Далее, подключив БП-12М к системе, необходимо следуя инструкциям программы R проекта провести измерения. Также возможно проведения измерений с помощью ручного режима СПО “СОТА”.

4) Результаты измерений занести в электронную таблицу “Протокол поверки” и рассчитать погрешность, используя функцию Анализ данных встроенного макроса для расчета.

5) Расчет относительной погрешности δR в программе по измеренным значениям производится по формуле (6).

Результаты измерений считать положительными, если полученные значения относительной погрешности измерения электрического сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме находятся в пределах, указанных в таблице 13.16.

13.8.6.4 Проверка относительной погрешности измерений электрического сопротивления изоляции.

1) Для проведения измерений необходимо подготовить блок БП-12М и переходной кабель;

2) Для измерения электрического сопротивления изоляции требуется высоковольтный измерительный модуль постоянного напряжения.

3) Максимальное значение измеряемого электрического сопротивления определяется типом коммутационного модуля.

4) Значения электрического сопротивления, устанавливаемых на БП-12М указаны в таблице 13.17.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

Таблица 13.17 - Таблица измеряемых значений электрического сопротивления изоляции

№ измерения	Номинальное значение	Значение электрического сопротивления, измеренное системой, R_x	Пределы относительной погрешности, %
1	50 кОм		± 5
2	560 кОм		
3	5,6 МОм		
4	1 МОм		
5	10 МОм		
6	100 МОм		± 10
7	1 ГОм		
8	2 ГОм		
9	4 ГОм*		
10	5 ГОм		

Примечание - * проверка номинального значения электрического сопротивления 4 ГОм* проводится в зависимости от модификации БП-12М

5) Для проведения измерений необходимо в СПО “СОТА” открыть проект “Метрология”, находящийся на диске с ПО. Далее, подключив БП-12М к системе, необходимо следуя инструкциям программы R проекта провести измерения. Также возможно проведения измерений с помощью ручного режима СПО “СОТА”.

6) Результаты измерений занести в электронную таблицу “Протокол поверки” и рассчитать погрешность, используя функцию Анализ данных встроенного макроса для расчета.

7) Расчет относительной погрешности δR в программе по измеренным значениям производится по формуле (7):

$$\delta R = \frac{R_x - R_m}{R_m} \cdot 100\% \quad (7)$$

где R_m – значение электрического сопротивления, измеренное эталонным прибором, Ом (из таблицы 13.11);

R_x – значение электрического сопротивления, измеренное системой, Ом.

Результаты измерений считать положительными, если полученные значения относительной погрешности измерения электрического сопротивления изоляции находятся в пределах, указанных в таблице 13.17.

13.8.6.5 Проверка относительной погрешности измерений электрической емкости.

1) Для проверки относительной погрешности измерений электрической емкости необходимо подготовить БП-12М и переходной кабель;

2) Значения устанавливаемых значений электрической емкости представлены в таблице 13.18.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	Лист
------	------	----------	-------	------	------

Таблица 13.18 - Измерение значений электрической емкости

№ измерения	Номинальное значение	Значение ёмкости, измеренное системой, Сх	Пределы относительной погрешности, % для системы с количеством каналов	
			<4352	>4352
1	100 пФ			
2	1 нФ			
3	10 нФ			
4	0,1 мкФ			
5	1 мкФ			
6	10 мкФ			
7	100 мкФ			
8	1 мФ			
9	3,3 мФ			
10	7 мФ			
11	10,0 мФ			

3) Для проведения измерений необходимо в СПО “СОТА” открыть проект “Метрология”, находящийся на диске с ПО. Далее, подключив БП-12М к системе, необходимо следуя инструкциям программы С проекта провести измерения. Также возможно проведения измерений с помощью ручного режима СПО “СОТА”.

4) Результаты измерений занести в электронную таблицу “Протокол поверки” и рассчитать погрешность, используя функцию Анализ данных встроенного макроса для расчета.

5) Расчет относительной погрешности δC в программе по измеренным значениям производится по формуле (8).

$$\delta C = \frac{C_x - C_m}{C_m} \cdot 100\% \quad (8)$$

где C_m – значение емкости, измеренное эталонным прибором, Ф (из таблицы 13.14);

C_x – значение емкости, измеренное системой, Ф.

Результаты измерений считать положительными, если полученные значения относительной погрешности измерения электрической емкости находятся в пределах, указанных в таблице 13.18.

13.9 Обработка результатов измерений

Результаты измерений заносятся в протокол поверки.

13.10 Оформление результатов поверки

13.10.1 Результаты поверки системы оформить в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

13.10.2 При положительном результате поверки системы удостоверяются записью в паспорте, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки или выдается «Свидетельство о поверке».

13.10.3 При отрицательном результате поверки системы не допускаются к дальнейшему применению, знак поверки гасится, «Свидетельство о поверке» аннулируется, выписывается «Извещение о непригодности» или делается соответствующая запись в паспорте на системы.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата