

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский
научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

«28» 06 2024 г.

М.П.

Государственная система обеспечения единства измерений

Калибратор частичных разрядов CAL 542B

Методика поверки
МП 201/1.2-058-2024

г. Москва
2024

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
10 ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	8
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	9

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на калибратор частичных разрядов CAL 542B, заводской номер 102336124 (далее по тексту - калибратор), изготовленный фирмой «OMICRON electronics GmbH», Австрия, и устанавливает методы и средства его первичной и периодических поверок. Калибратор используется в качестве рабочего средства измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики калибратора

Наименование характеристики	Значение
Диапазон значений воспроизведений кажущегося заряда, пКл	1,00; 2,00; 5,00; 10,0; 20,0; 50,0; 100,0
Полярность импульсов частичных разрядов	положительная или отрицательная
Пределы относительной погрешности воспроизведений диапазона значений кажущегося заряда, %	± 5
Время нарастания фронта импульса, нс, не более	20
Частота повторения импульсов частичных разрядов, Гц	300
Допускаемое отклонение частоты повторения импульсов частичных разрядов, %	± 1

При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость калибратора к государственным первичным эталонам единиц величин по приказу № 3463 от 30.12.2019 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений импульсного электрического напряжения», ГЭТ 182-2010; по приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты», ГЭТ 1-2022.

Поверка калибратора должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – метод прямых измерений.

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1. Поверка калибратора должна проводиться в объеме и последовательности, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки средства измерений

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Опробование средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик	да	да	9
Определение относительной погрешности воспроизведений диапазона значений кажущегося заряда	да	да	9.1

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка параметров импульса частичных разрядов (отклонение частоты повторения импульсов частичных разрядов, время нарастания фронта импульса)	да	да	9.2
Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	да	да	10
Оформление результатов поверки	да	да	11
Примечание – при получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, поверка прекращается, и калибратор бракуется.			

2.2. При проведении периодической поверки по согласованию с заказчиком допускается возможность проведения поверки отдельных воспроизводимых значений кажущегося заряда на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме, при этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

3. Метрологические и технические требования к средствам поверки

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень рекомендуемых средств поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.6 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерения)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с основной абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с основной абсолютной погрешностью не более ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с основной абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ кПа.	Термогигрометр электронный Center мод. 315 (рег. № 22129-09) Термогигрометр электронный Center мод. 315 (рег. № 22129-09) Барометр-анероид БАММ-1 (рег. № 5738-76) Измеритель-регистратор комбинированный librotech SX100-P, рег. № 80508-20

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы импульсного электрического напряжения и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3463 от 30.12.2019 г. в диапазоне измерений от 0,1 до 15 В с временем нарастания фронта импульса до 20 нс с относительной погрешностью $\pm 2,5\%$;	Осциллограф цифровой запоминающий WaveJet 352, рег. № 32488-06
	Эталоны единицы частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022 г. в диапазоне измерений от 295 до 305 Гц с относительной погрешностью $\pm 0,3\%$.	Частотомер электронно-счетный АКИП-5102, рег. № 57319-14
Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверены, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверка калибратора должна выполняться специалистами, прошедшими обучение в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с тестерами, прошедшими проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок с напряжением свыше 1000 В и имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)»;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации;
- средства поверки должны быть заземлены гибким медным проводом сечением не менее 4 мм²;
- подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно осуществляться ранее других соединений. Отсоединение заземления при разборке измерительной схемы должно производиться после всех отсоединений;
- помещения, предназначенные для поверки, должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004;
- должны быть проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.

Помещение для поверки должно иметь:

- шину заземления;
- аварийное освещение или переносные светильники с автономным питанием;

- средства пожаротушения;
- средства для оказания первой помощи пострадавшим.

6. Требования к условиям проведения поверки

температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
 относительная влажность, % от 30 до 80;
 атмосферное давление, кПа от 84 до 106;

7. Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого калибратора следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать, указанной в руководстве по эксплуатации (РЭ);
- отсутствие механических повреждений корпуса, органов управления, измерительных проводов, комплектующих изделий;
- все органы коммутации должны обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
- наличие и различимость маркировки (все надписи должны быть четкими и ясными);
- все разъемы и измерительные провода не должны иметь повреждений, следов окисления и загрязнений.
- соединения должны быть надежно закреплены и не иметь повреждений;

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если внешний осмотр не выявил дефектов, комплектность соответствует указанной в РЭ, маркировка соответствует ГОСТ 12.2.091 и технической документации на калибратор.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

Выдерживают калибратор перед проведением поверки в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от 15 °С до 25 °С не менее 4 часов.

8.2 Опробование

Опробование калибратора производят в следующей последовательности:

- установить калибратор на твердой и ровной горизонтальной поверхности;
- включить калибратор, нажав на любую из двух клавиш, расположенных на передней панели калибратора, при этом калибратор сразу же переходит в режим генерации импульсов положительной полярности 1 пКл;
- при повторном нажатии на клавишу калибратор переходит в режим генерации импульсов положительной полярности 2 пКл;
- нажимая последовательно на клавишу, проверять по дисплею переход в режим генерации импульсов положительной полярности 5 пКл; 10, 20, 50, 100 пКл;
- аналогично проверить отображение на дисплее при нажатии нижней клавиши в режиме генерации импульсов отрицательной полярности -1, -2, -5, -10, -20, -50, -100 пКл;
- при удерживании в нажатом положении любой из двух клавиш калибратор отключается.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если после включения калибратора, информация на экране дисплея отображается корректно и выполняются все вышеперечисленные требования.

9. Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1. Определение относительной погрешности воспроизведений диапазона значений кажущегося заряда

Определение относительной погрешности воспроизведений кажущегося заряда калибратора CAL 542В производить по методике Приложения А, альтернативный метод А.3 ГОСТ Р 55191-2012 (МЭК 60270:2000) «Методы испытаний высоким напряжением. Измерения частичных разрядов» с учетом дополнительных требований, приведенных ниже.

Действительное значение нагрузочного резистора должно быть определено с погрешностью не хуже $\pm 0,5\%$. Длина соединений между калибратором, резистором и осциллографом не должна превышать 10 см.

Определение относительной погрешности воспроизведения кажущегося заряда производить в следующем порядке:

1. Собрать схему измерений, изображенную на рисунке 1. Значение нагрузочного резистора $R_m = 50$ Ом. Входное сопротивление осциллографа 1 МОм. Полоса пропускания 500 МГц.

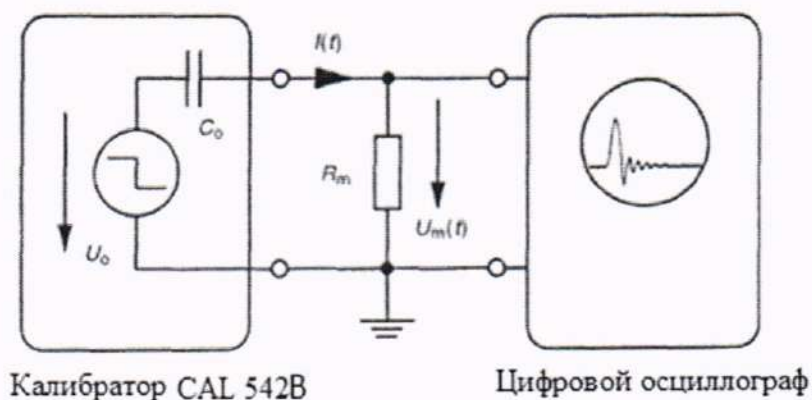


Рисунок 1 – Схема измерений для определения относительной погрешности воспроизведений диапазона значений кажущегося заряда

2. Органами управления калибратора установить на его выходе минимальное значение кажущегося заряда – 1 пКл. Полярность выходных импульсов – положительная;
3. Органами управления осциллографа добиться наблюдения на экране одиночного импульса максимальной величины;
4. Органами управления осциллографа выбрать пункт меню «Измерение площади сигнала (интеграла сигнала)»;
5. Зафиксировать значение интеграла импульса калибратора, измеренное осциллографом в строке «Integral»;
6. Вычислить воспроизводимый кажущийся заряд калибратора (Q_x) по формуле:

$$Q_x = \frac{1}{R_m} \int U_m(t) dt \quad (1)$$

где R_m – нагрузочный резистор с номинальным сопротивлением 50 Ом;
 $\int U_m(t) dt$ – измеренный осциллографом интеграл импульса.

7. Повторить измерения не менее 5 раз.

8. Рассчитывают относительную погрешность воспроизведений кажущегося заряда по формуле (10.1).

9.2. Проверка параметров импульса частичных разрядов:

9.2.1. Проверку отклонения частоты повторения импульсов частичных разрядов проводить посредством частотомера, задавая на калибраторе поочередно следующие значения кажущегося заряда положительной полярности: 2, 5, 10, 20, 50, 100 пКл, фиксируя при каждом установленном значении показание частотомера. Далее повторить измерения для импульса отрицательной полярности.

9.2.2. Рассчитать допускаемое отклонение частоты повторения импульсов по формуле (10.2).

9.3. Проверку времени нарастания фронта импульса проводить посредством осциллографа, поочередно устанавливая на калибраторе следующие значения кажущегося заряда положительной полярности: 2, 5, 10, 20, 50, 100 пКл, фиксируя при каждом установленном значении показание осциллографа. Далее повторить измерения для импульса отрицательной полярности. Измерения проводить в соответствии с руководством по эксплуатации осциллографа. Для каждого значения кажущегося заряда проводить по 5 измерений.

10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении относительной погрешности воспроизведений кажущегося заряда

Обработку результатов измерений проводят в следующей последовательности:

– рассчитывают относительную погрешность воспроизведений по формуле (10.1):

$$\delta Q = \frac{Q_x - Q_0}{Q_0} \cdot 100, \% \quad (10.1)$$

где Q_x – значение воспроизводимого кажущегося заряда, пКл

Q_0 – измеренное значение воспроизводимого кажущегося заряда, пКл.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках относительная погрешность воспроизведений кажущегося заряда, рассчитанная по формуле (10.1), не превышает $\pm 5\%$.

10.2. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении отклонения частоты повторения импульсов частичных разрядов

Обработку результатов измерений проводят в следующей последовательности:

– рассчитывают отклонения частоты повторения импульсов частичных разрядов по формуле (10.2):

$$X_f = 100 \cdot (f_{\text{изм}} - f_3) / f_3 \quad (10.2)$$

где

$f_{\text{изм}} = 300$ Гц

f_3 – показание частотомера, Гц

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если отклонение частоты повторения импульсов частичных разрядов в каждой проверяемой точке не превышает $\pm 1\%$.

10.3. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении времени нарастания фронта импульса.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренное время нарастания фронта в каждой проверяемой точке не превышает 20 нс.

11. Оформление результатов поверки

Результаты поверки в целях подтверждения поверки согласно Приказу Минпромторга России № 2510 от 31 июля 2020 г. «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

Положительные результаты поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) оформляют в соответствии с приказом Минпромторга № 2510 от 31.07.2020 г. На средство измерений наносят знак поверки и (или) вносят в паспорт запись о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки. По письменному заявлению владельца средства измерений оформляется свидетельство о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

При отрицательных результатах поверки (не подтверждено соответствие средств измерений метрологическим требованиям) оформляют извещение о непригодности установленной формы в соответствии с действующим законодательством с указанием причин. Знак поверки и свидетельство о поверке аннулируют. В паспорт вносят запись о непригодности с указанием причин.

При проведении поверки в сокращенном объеме информация об объеме проведенной поверки согласно Приказу Минпромторга России № 2906 от 28 августа 2020 г. «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений» передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

Зам. начальника центра 201 ФГБУ «ВНИИМС»



Ю.А. Шатохина

Зам. нач. лаборатории 201/1.2 центра 201
ФГБУ "ВНИИМС"



Е.Б. Селиванова