

СОГЛАСОВАНО
Технический директор
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

 **М. С. Казаков**



2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Устройства мониторинга частичных разрядов CDM

Методика поверки

МП ВЦ.411728.028

г. Москва
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	3
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	4
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	12
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	12

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на устройства мониторинга частичных разрядов CDM (далее – устройства), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «РУСОВ» (ООО «РУСОВ»), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость устройства к гэт182-2010 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3463.

1.3 Допускается проведение первичной (периодической) поверки отдельных измерительных каналов и проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Поверка устройства должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.5 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки, – прямой метод измерений, метод непосредственного сличения.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Определение относительной погрешности воспроизведения значений кажущегося заряда	10.1	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений кажущегося заряда	10.2	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;

- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые устройства и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 100 В. Пределы допускаемой относительной погрешности напряжения постоянного тока $\pm 1,5$ %.	Осциллограф цифровой запоминающий WR 6100 (далее – осциллограф), рег. № 28222-04.
Вспомогательные средства поверки		
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Номинальные значения воспроизведения кажущегося заряда в диапазоне от 10 до 10000 пКл. Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений значений кажущегося заряда ± 5 %	Калибратор кажущихся зарядов или генератор сигналов произвольной формы RIGOL DG1022Z (далее – генератор сигналов специальной формы), рег. № 56011-20, с резистором 50 Ом и емкостью: 1 пФ; 10 пФ; 100 пФ
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Диапазон измерений температуры окружающей среды от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 °С, диапазон измерений относительной влажности от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 3 %, диапазон измерений атмосферного давления от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2$ кПа.	Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средств	-	Персональный компьютер IBM PC (далее – ПК); наличие интерфейсов Ethernet и USB; дисковод для чтения CD-ROM; операционная систе-

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
ства измерений, р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений, р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений		ма Windows с установленным программным обеспечением

Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений, установленную Приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3463.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые устройства и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Устройство допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид устройства соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и устройство допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, устройство к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемое устройство и на применяемые средства поверки;

- выдержать устройство в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.
- подключить устройство при помощи USB кабеля к ПК, на который предварительно установлена программа Inva (portable). Установку выполнить в соответствии с п. 5.1 (ВЦ.411728.028 РЭ);
- выполнить настройку связи между ПК и устройством согласно п. 5.2 (ВЦ.411728.028 РЭ);
- подключить калибратор кажущихся зарядов (далее – калибратор) к поверяемому каналу устройства (в соответствии с рисунком 1).

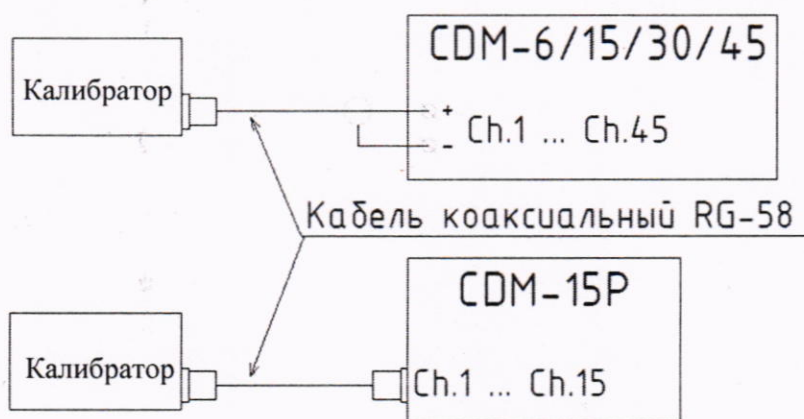


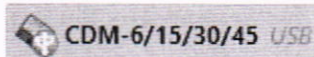
Рисунок 1 – Схемы подключения калибратора к различным модификациям устройств

Примечание – Длина коаксиального кабеля до 1 м.

8.2 Опробование

При опробовании выполнить следующие операции:

- нажав на кнопку включения калибратора, включить калибратор и поочередно установить на выходе значения величины кажущегося заряда, проверяя отображение каждого значения заряда на дисплее калибратора;
- проверить по дисплею калибратора состояние заряда батареи. Рекомендуемый уровень заряда для проведения поверки не менее 50%. При недостаточном уровне заряда аккумуляторной батареи выполнить ее зарядку;
- включить устройство и проверить его состояние по внешним индикаторам. Если внутреннее тестирование и проверки входных каналов при включении устройства выполнены успешно, должна включиться светодиодная индикация устройства и сработать реле «Status»;
- подключить устройство к порту USB ПК и запустить ПО Inva (portable). В списке приборов должен появиться следующий значок подключения по USB



, что свидетельствует о том, что связь с устройством установлена.

Устройство допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании выполняются все вышеперечисленные требования.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку программного обеспечения проводить в следующей последовательности:

- 1) подключить устройство к ПК;
- 2) запустить ПО Inva (portable) и нажать на клавиатуре ПК кнопку «F1», чтобы ознакомиться с версией ПО;

3) в ПО Inva (portable) нажать правую кнопку мыши ПК на приборе «CDM-6/15/30/45» и выбрать в меню пункт «Консоль». В консоли ввести строку «VER ?» и нажать ENTER. На экране отобразится считанная версия ПО устройства.

4) сравнить идентификационное наименование и номер версии ПО, считанные с дисплея ПК, с номером версии ПО, указанным в описании типа;

Устройство допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение соответствует требованиям, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности воспроизведения значений кажущегося заряда

Определение погрешности воспроизведения кажущегося заряда калибровочного генератора производить по методике Приложения А, 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 $\pm 1\%$. Длина соединений между калибровочным генератором, резистором и осциллографом не должна превышать 10 см.

Определение относительной погрешности воспроизведения кажущегося заряда производить в следующей последовательности:

- собрать схему измерений, изображенную на рисунке 2. Значение нагрузочного резистора $R_m = 50$ Ом. Входное сопротивление осциллографа 1 МОм.

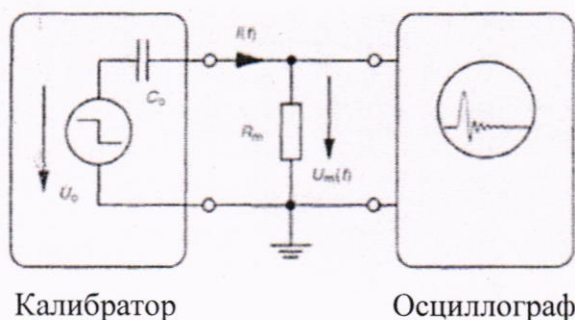


Рисунок 2 – Схема измерения кажущегося заряда, выдаваемого калибратором, и измеряемого осциллографом

- установить на осциллографе максимальную полосу пропускания.
- органами управления калибратора установить на его выходе минимальное значение кажущегося заряда, которое может выдать калибратор, но не менее 10 пКл. Полярность выходных импульсов – положительная.
- органами управления осциллографа добиться наблюдения на экране одиночного импульса максимальной величины.
- органами управления осциллографа выбрать пункт меню «Измерение площади сигнала (интеграла сигнала)».

- установить положение вертикальных курсоров в соответствии с рисунком 3.

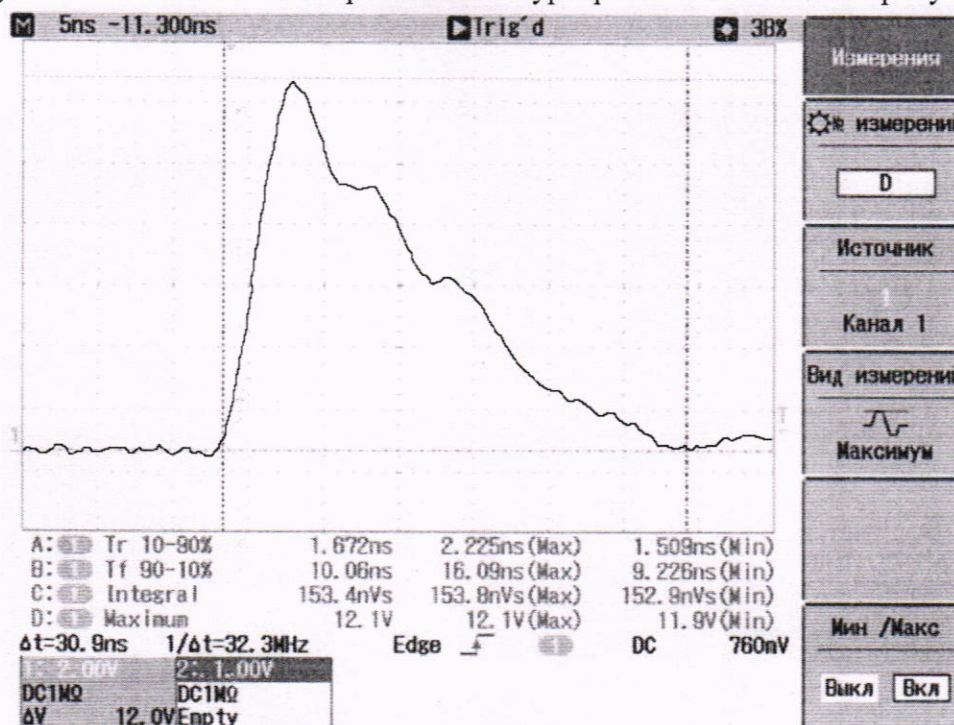


Рисунок 3 – Положение вертикальных курсоров на экране осциллографа

- зафиксировать значение интеграла импульса калибратора, измеренное осциллографом.
- рассчитать воспроизводимое значение кажущегося заряда калибратора Q_x , пКл по формуле (1).
- рассчитать погрешность воспроизведений по формуле (2).
- повторить измерения для всех воспроизводимых номинальных значений кажущегося заряда до 10000 пКл;
- повторить измерения для отрицательной полярности выходных импульсов.

10.2 Определение относительной погрешности измерений кажущегося заряда

10.2.1 Определение относительной погрешности измерений кажущегося заряда устройством по методике раздела 3 «Поверка и градуировка» ГОСТ 20074-83 «Электрооборудование и электроустановки. Метод измерения характеристик частичных разрядов» и указаниями, приведенными ниже:

- измерения проводить по схеме, приведенной на рисунке 1;
- подключить калибратор с требуемым диапазоном воспроизводимых ЧР и требуемой точностью (до $\pm 5\%$) или генератор сигналов специальной формы, откалиброванный в пКл или нКл к устройству, подготовленному в соответствии с п. 8 настоящей методики поверки. Установить на калибраторе минимальное значение кажущегося заряда в соответствии с его модификацией, но не менее 10 пКл.

Примечание – Перед каждым измерением значения воспроизводимого кажущегося заряда необходимо предварительно провести градуировку измерительного канала.

- используя ПО Inva (portable) выполнить градуировку измерительного канала. Для этого необходимо проверить настройки устройства и внести изменения при необходимости. Для чтения настроек выбрать в главном окне ПО Inva (portable) устройство CDM-6/15/30/45

и нажать кнопку



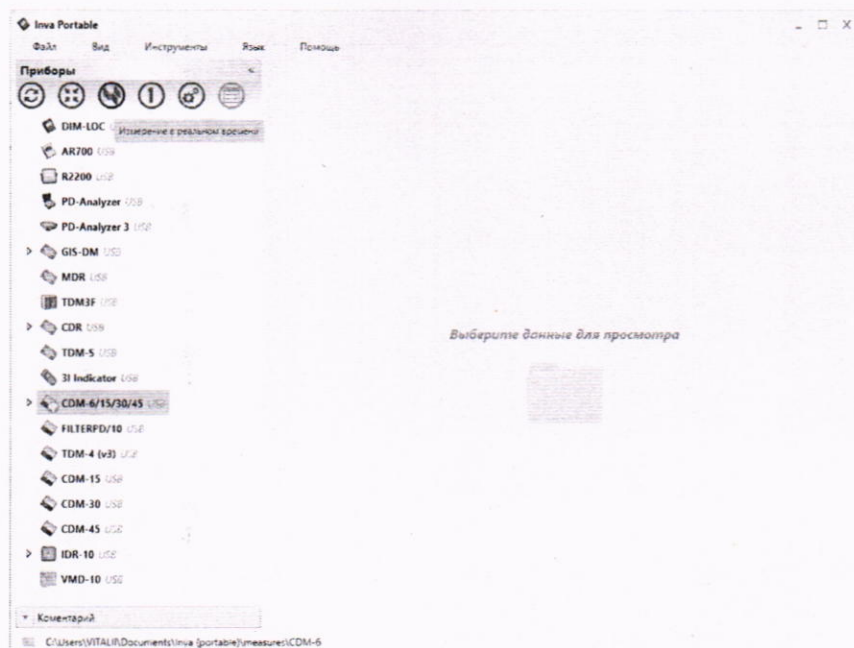


Рисунок 4 – Основное рабочее окно ПО Inva (portable)

– В появившемся окне нажать кнопку “Проверить настройки” и перейти во вкладку “Измерение ЧР”. Во вкладке нужно выбрать поверяемый канал устройства. Для этого необходимо установить галочку возле кнопки поверяемого канала (обозначены PD01 - PD45) и убрать галочки возле кнопок остальных каналов. После этого нажать на кнопку поверяемого канала и убрать галочку “Цифровой фильтр”. На рисунке 5 показан пример настроек для канала PD01.

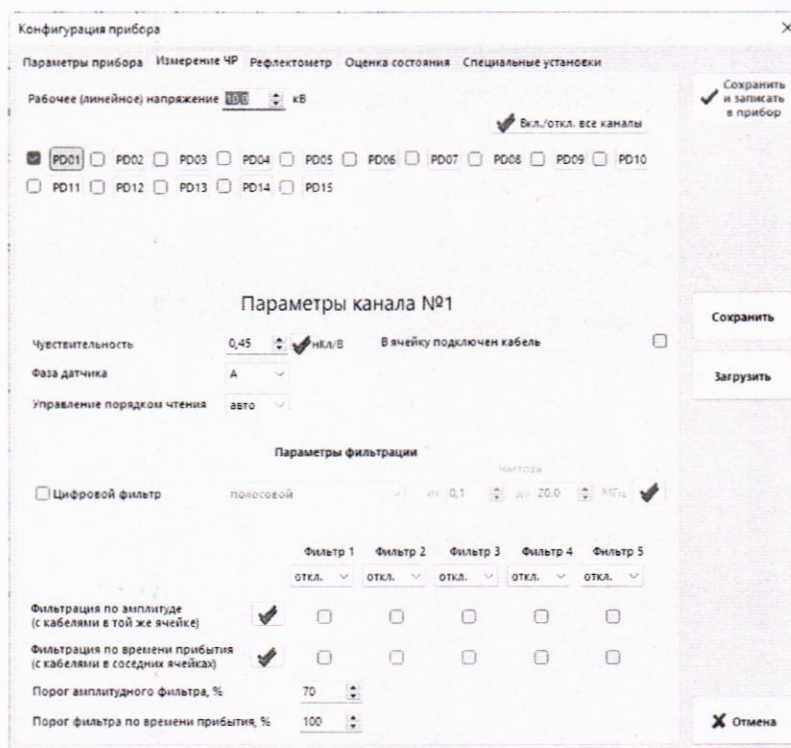


Рисунок 5 – Вкладка “Измерение ЧР” настроек устройства

– во вкладке “Специальные настройки” выставьте все значения параметров, как показано на рисунке 6.

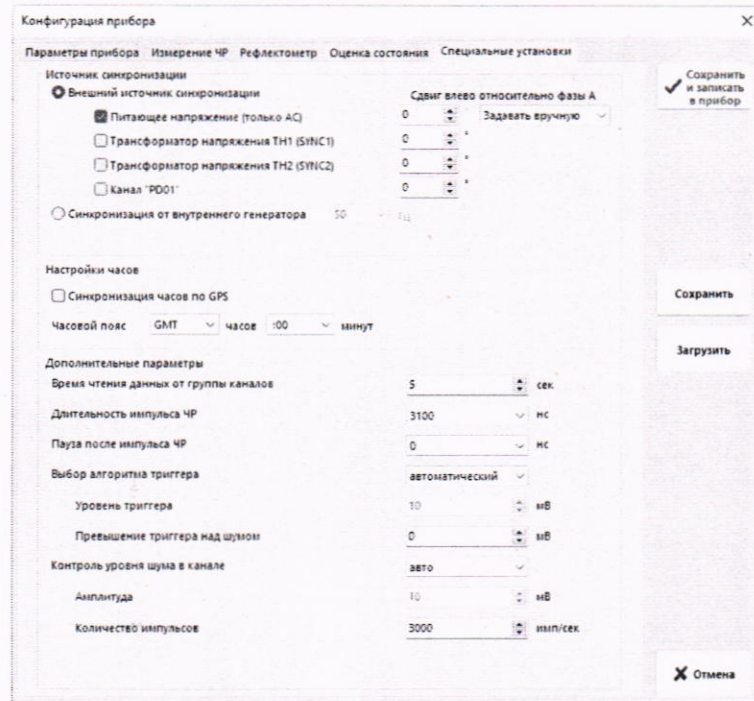




Рисунок 6 – Специальные установки устройства

– после необходимых изменений необходимо нажать кнопку “Сохранить и записать в прибор”. В основном рабочем окне ПО Inva (portable) нажать кнопку «Измерение в реальном времени» . После вызова окна отображения параметров измерений в реальном времени подождать 30 сек, чтобы устройство автоматически настроило параметры измерения и накопило необходимое количество информации и нажать кнопку , чтобы перейти в сервисное окно. В появившемся окне установить галочку напротив пункта “Шкала в нКл” и нажать «Градуировка канала».

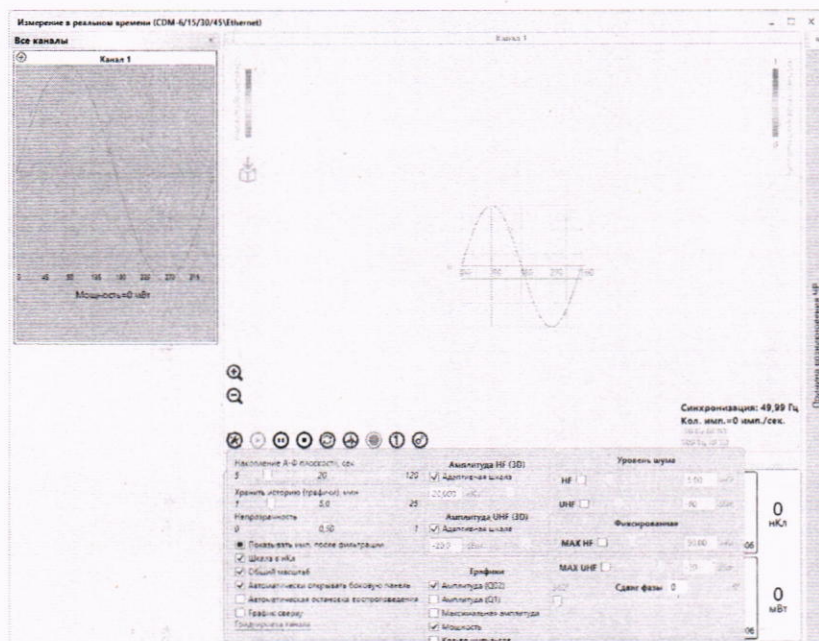


Рисунок 7 – Окно ПО Inva (portable). Измерение в реальном времени

– ввести значение величины заряда подаваемого сигнала в нКл и нажать кнопку “Применить”, после чего необходимо закрыть окно «Измерение в реальном времени» и вы-

звать его снова, чтобы убедиться в соответствии измеренного значения величине подаваемого сигнала. Величина заряда выводится в центральной верхней части окна над графиком.

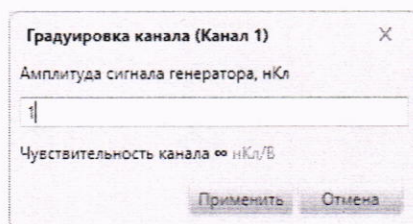


Рисунок 8 – Окно задания величины градуировочного сигнала

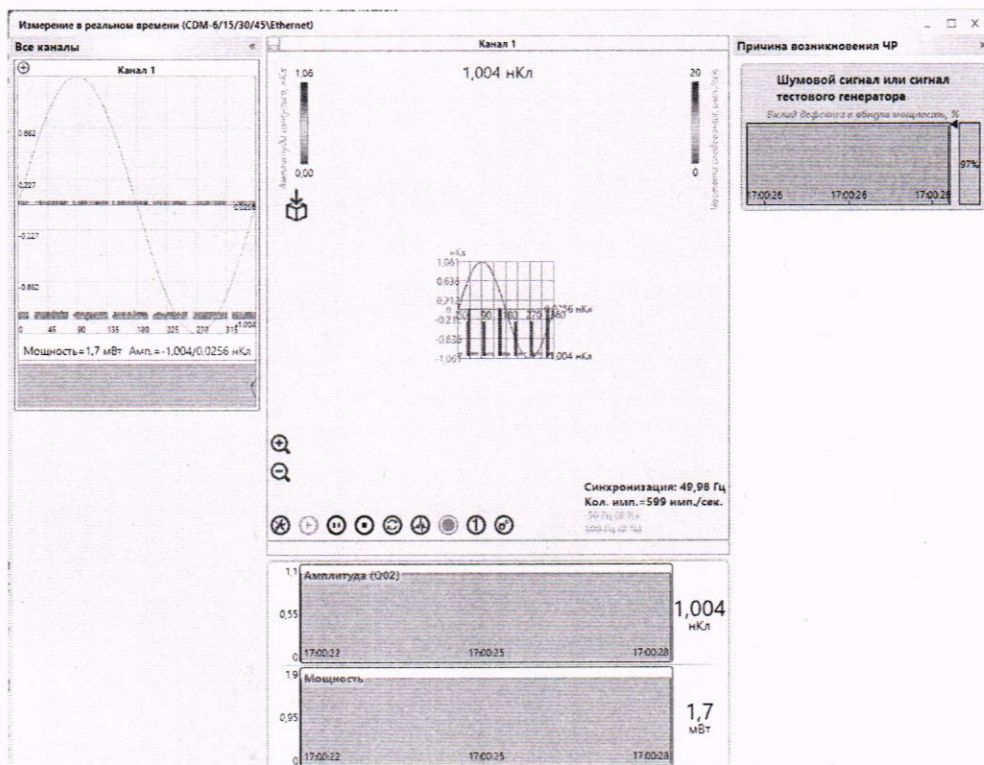


Рисунок 9 – Проверка соответствия измеренного сигнала величине подаваемого сигнала

- повторить градуировку и измерение для каждого номинального значения воспроизводимого кажущегося заряда и зафиксировать результаты измерений.
- рассчитать погрешность измерений по формуле (2) для диапазона от 10 до 10000 пКл.

10.2.2 Допускается вместо калибратора использование генератора сигналов специальной формы по схеме, приведенной на рисунке 10, с резистором 50 Ом и емкостью, выбираемой из ряда: 1 пФ; 10 пФ; 100 пФ в зависимости от требуемого значения кажущегося заряда, изменяя значение его амплитуды импульса на генераторе (форма сигнала-прямоугольная).

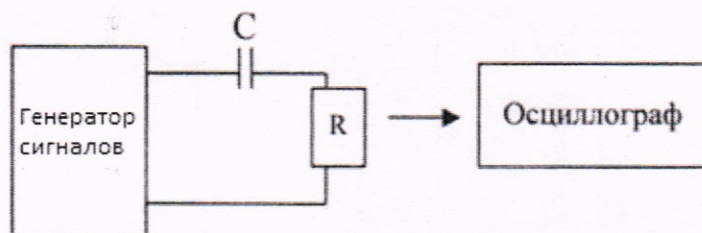


Рисунок 10 – Схема, использующая генератор сигналов специальной формы

При использовании генератора сигналов специальной формы: необходимо провести измерения кажущегося заряда посредством осциллографа, зафиксировать полученное значение, затем, отключив осциллограф, подать его на устройство, произвести градуировку канала и провести измерение.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Действительное значение воспроизводимого калибратором кажущегося заряда Q_x , пКл, рассчитывается 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, В·с.

11.2 Относительная погрешность воспроизведений/измерений значений кажущегося заряда δQ , %, рассчитывается по формуле:

$$\delta Q = \frac{Q_{\text{воспр/изм}} - Q_x}{Q_x} \cdot 100, \quad (2)$$

где $Q_{\text{изм}}$ – измеренное устройством значение кажущегося заряда, пКл;

$Q_{\text{воспр}}$ – воспроизведенное калибратором значение кажущегося заряда, пКл;

Q_x – действительное значение кажущегося заряда рассчитанное по формуле (1), пКл.

Устройство подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения относительной погрешности воспроизведений/измерений значений кажущегося заряда не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда устройство не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку устройства прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки устройства подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.2 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца средства измерений) в сведениях о поверке указывается информация, для каких измерительных каналов, измеряемых величин, поддиапазонов измерений выполнена поверка.

12.3 По заявлению владельца устройства или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда устройство подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в

соответствии с действующим законодательством, и (или) внесением в паспорт устройства записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.4 По заявлению владельца устройства или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда устройство не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.5 Протоколы поверки устройства оформляются по произвольной форме.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Основные метрологические характеристики устройств

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведений номинальных значений кажущегося заряда в зависимости от модификации калибратора кажущихся зарядов GKI, пКл	от 10 до 10000
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений значений кажущегося заряда, %	± 5
Диапазон измерений значений кажущегося заряда, пКл	от 10 до 100000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений значений кажущегося заряда, %	± 5