

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
**РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР**  
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики  
**ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**  
**ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»**

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц  
RA.RU.311769

пр. Мира, д. 37, г. Саров, Нижегородская обл., 607188  
Телефон 83130 22224 Факс 83130 22232  
E-mail: nio30@olit.vniief.ru

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель ЦИ СИ,  
главный метролог РФЯЦ-ВНИИЭФ –  
начальник НИО



В.К. Дарымов

«18» 01 2024 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Модули сбора данных DX**

**Методика поверки**

**МП А3009.0513-2024**

г. Саров  
2024 г.

## **Содержание**

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки.....	4
3	Требования к условиям проведения поверки .....	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7	Внешний осмотр .....	6
8	Подготовка к поверке и опробование.....	6
9	Проверка программного обеспечения	6
10	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям .....	7
11	Оформление результатов поверки .....	11
	Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки.....	12
	Приложение Б (справочное) Перечень принятых сокращений .....	13

## **1 Общие положения**

Настоящая МП распространяется на модули сбора данных DX.

Модули сбора данных DX (далее по тексту – модуль) предназначены для измерений сигналов напряжения и заряда.

Принцип действия модуля основан на преобразовании входного аналогового сигнала напряжения в цифровой сигнал с помощью АЦП. Сигнал заряда предварительно преобразуется в сигнал напряжения с помощью встроенного усилителя заряда.

Проверяемые средства измерений прослеживаются к государственным первичным эталонам: ГЭТ 13-2023, в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520 и ГЭТ 89-2008, в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706.

МП устанавливает методику первичной и периодической поверок модулей методом прямых измерений в соответствии с ГПС, утверждёнными приказами Росстандарта: № 1520 от 28 июля 2023 г. и № 1706 от 18 августа 2023 г.

Первичной поверке модули подвергаются при выпуске из производства. Организация и проведение поверки в соответствии с действующими нормативными документами.

При проведении периодической поверки допускается проводить поверку в сокращённом объёме (отдельных измерительных каналов или отдельных режимов аналогового входа в требуемых частотных диапазонах) в соответствии с потребностями владельца СИ, с обязательным указанием информации об объёме проведённой поверки.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП, приведен в приложении А.

Перечень принятых сокращений приведен в приложении Б.

## 2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки, должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с 11.4.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при поверке	
		первич-ной	периодической
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	10	Да	Да
Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	10.1	Да	Да
Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока на базовой частоте	10.2	Да	Да
Проверка диапазона и пределов абсолютной погрешности измерений амплитуды заряда на базовой частоте	10.3	Да	Да
Проверка рабочего диапазона частот и неравномерности частотной характеристики	10.4	Да	Да

## 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 °C до 25 °C;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 207 до 253 В;
- частота питающей сети от 49,5 до 50,5 Гц.

## 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускается персонал, изучивший ЭД на модуль, данную МП и имеющий опыт работы с оборудованием, перечисленным в таблице 2.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 2.

5.2 Допускается использовать другие СИ и оборудование, обеспечивающие требуемые диапазоны и требуемую точность передачи единиц величин поврежемому СИ.

5.3 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и/или зарегистрированы в Федеральном фонде по обеспечению единства измерений.

Таблица 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1.2	СИ температуры окружающего воздуха в диапазоне от 15 °C до 25 °C, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 1$ °C	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	СИ относительной влажности воздуха в диапазоне от 40 до 80 %, относительная погрешность измерений в пределах $\pm 3$ %	
	СИ атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 0,5$ кПа	
	СИ напряжения питающей сети в диапазоне от 207 до 253 В, относительная погрешность измерений в пределах $\pm 1$ %	
	СИ частоты питающей сети в диапазоне от 49 до 50 Гц, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 0,1$ Гц	
10.1	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с ГПС <sup>1)</sup> , диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm 10$ В, относительная погрешность воспроизведения в пределах $\pm 0,05$ %	Мультиметр цифровой 34410A (рег. № 47717-11)
8.2, 10.2, 10.3, 10.4	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с ГПС <sup>2)</sup> диапазон воспроизведения напряжения переменного тока $\pm 10$ В в диапазоне частот от 0,1 до 60000 Гц, относительная погрешность воспроизведения в пределах $\pm 0,05$ %	

<sup>1)</sup> - приказ Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520;

<sup>2)</sup> - приказ Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706

## 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0.

6.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в ЭД модуля, средства поверки и вспомогательное оборудование.

Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.

## 7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие маркировки изделия требованиям ЭД;
- соответствие заводского номера паспортным данным;
- наличие и целостность пломбы-этикетки на корпусе модуля предотвращающей несанкционированный доступ к элементам регулировки;
- отсутствие механических повреждений корпуса, органов управления, соединительных жгутов и разъёмов.

7.2 При наличии вышеуказанных дефектов поверку не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, модуль бракуют.

## 8 Подготовка к поверке и опробование

### 8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки и опробованием подготавливают СИ и оборудование к работе в соответствии с ЭД на них. При колебаниях температур в складских и рабочих помещениях в пределах более 10 °С необходимо выдержать полученный со склада модуль не менее двух часов в нормальных условиях.

8.1.2 Проверяют сведения о результатах поверки применяемых СИ, включённые в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и/или наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 3.

### 8.2 Опробование

8.2.1 Включают и прогревают СИ в соответствии с их ЭД. Для модификаций, имеющих режим АС в соответствии с ЭД входят в режим «Проверка», «Режим АС». Для модификаций, имеющих «Режим IEPE» («Режим АС» отсутствует) в соответствии с ЭД входят в режим «Проверка», «Режим IEPE».

8.2.2 На вход канала измерений напряжения переменного тока подключают выход калибратора и задают калибратором на частоте 1000 Гц СКЗ входного напряжения 500 мВ.

8.2.4 Считывают показания модуля  $U_{изм}$ , мВ.

8.2.5 Модуль считают прошедшим опробование с положительным результатом, если регистрация входного сигнала прошла успешно.

## 9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверку ПО проводят в соответствии с 2.3.3.4 ГТБВ.400201.004РЭ «Модули сбора данных DX» Руководство по эксплуатации». Цифровой идентификатор ПО рассчитывается автоматически при каждом запуске ПО «Gtl DX». Для вызова окна с информацией о версии ПО и результатов расчёта цифрового идентификатора необходимо в меню «Справка» выбрать пункт «О программе...». Пример всплывающего окна приведён на рисунке 1.



Рисунок 1 – Пример окна с информацией о ПО

9.2 Модуль считают прошедшим проверку с положительным результатом, если цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) соответствует указанной в паспорте.

## 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

10.1.1 Проверку диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока проводят для модификаций, имеющих режим аналогового входа DC.

10.1.2 Включают и прогревают СИ в соответствии с их ЭД. В соответствии с ЭД на модули входят в режим «Проверка», «Режим DC».

10.1.3 На вход модуля подключают выход калибратора. Подают первое рекомендуемое значение напряжения постоянного тока  $U_{\text{пек.}i}$ , мВ из таблицы 3. Считывают показания  $U_{\text{изм.}i}$ , мВ. Результаты измерений заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты измерений и расчётов

$U_{\text{пек.}i}$ , мВ	5	10	50	100	1000	5000	10000
$U_{\text{зад.}i}$ , мВ							
$U_{\text{изм.}i}$ , мВ							
$\Delta U_i$ , мВ							
$U_{\text{пек.}i}$ , мВ	-5	-10	-50	-100	-1000	-5000	-10000
$U_{\text{зад.}i}$ , мВ							
$U_{\text{изм.}i}$ , мВ							
$\Delta U_i$ , мВ							

10.1.4 Абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока  $\Delta U_i$ , мВ вычисляют по формуле

$$\Delta U_i = (U_{\text{изм.}i} - U_{\text{зад.}i}), \quad (1)$$

где  $U_{\text{изм.}i}$  – измеренное модулем значение напряжения, мВ;  
 $U_{\text{зад.}i}$  –  $i$ -е заданное значение напряжения, мВ.

10.1.5 Повторяют операции по 10.1.3 – 10.1.4 для всех рекомендуемых

напряжений  $U_{\text{рек.}i}$  из таблицы 3.

10.1.6 Повторяют операции по 10.1.2 – 10.1.5 для всех измерительных каналов модуля.

10.1.7 Модуль считают прошедшим поверку с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока находится в пределах:

-  $\pm(0,02 \cdot U_{\text{изм.}i} + 1)$  мВ для D008-16, D0081-16, D0082-16, D0083-16, D0084-16, D0085-16, D0086-16, D009-16, D010-16, D011-16;

-  $\pm(0,003 \cdot U_{\text{изм.}i} + 1)$  мВ для D003, D004, D005, D006, D008-24, D0081-24, D0082-24, D0083-24, D0084-24, D0085-24, D0086-24, D009-24, D010-24, D030, D104.

10.2 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока на базовой частоте

10.2.1 Проверку диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока на базовой частоте 1 кГц проводят для модулей, имеющих режимы аналогово входа АС и ИЕРЕ.

10.2.2 Включают и прогревают СИ в соответствии с их ЭД. Для модификаций, имеющих режим АС в соответствии с ЭД входят в режим «Проверка», «Режим АС».

10.2.3 На вход модуля подключают выход калибратора. Подают первое рекомендуемое значение амплитуды напряжения на частоте 1 кГц  $U_{\text{рек.}i}$ , мВ, из таблицы 4.

10.2.4 Считывают показания  $U_{\text{изм.}i}$ , мВ. Результаты измерений заносят в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты измерений и расчётов

$U_{\text{рек.}i}$ , мВ	5	10	50	100	1000	5000	10000
$U_{\text{зад.}i}$ , мВ							
$U_{\text{изм.}i}$ , мВ							
$\Delta U_i$ , мВ							

Примечание – Для модулей D007, D101, D141, D142 точка  $U_{\text{рек.}i}=10000$  мВ не проверяется

10.2.5 Абсолютную погрешность измерений амплитуды напряжения переменного тока  $\Delta U_i$ , мВ рассчитывают по формуле 1.

10.2.6 Повторяют операции по 10.2.3 – 10.2.5 для всех рекомендуемых напряжений  $U_{\text{рек.}i}$  из таблицы 5.

10.2.7 Повторяют операции по 10.2.3 – 10.2.6 для всех измерительных каналов модуля.

10.2.8 В соответствии с ЭД входят в режим «Проверка», «Режим ИЕРЕ».

10.2.9 Повторяют операции по 10.2.3 – 10.2.7.

10.2.10 Модуль считают прошедшим поверку с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерений напряжения переменного тока находится в пределах:

-  $\pm(0,02 \cdot U_{изм.i} + 1)$  мВ для D008-16, D0081-16, D0082-16, D0083-16, D0084-16, D0085-16, D0086-16, D009-16, D010-16, D011-16;

-  $\pm(0,003 \cdot U_{изм.i} + 1)$  мВ для D003, D004, D005, D006, D007, D008-24, D0081-24, D0082-24, D0083-24, D0084-24, D0085-24, D0086-24, D009-24, D010-24, D030, D101, D104, D141, D142.

10.3 Проверка диапазона и пределов абсолютной погрешности измерений амплитуды заряда на базовой частоте

10.3.1 Проверку диапазона и пределов абсолютной погрешности измерений амплитуды заряда на базовой частоте 1 кГц проводят для модулей, имеющих режим измерений заряда.

10.3.2 Включают и прогревают СИ в соответствии с их ЭД. В соответствии с ЭД входят в режим «Проверка», «Режим ЗАРЯД»

10.3.3 На вход модуля через адаптер E1000 ( $C=1000$  пФ  $\pm 0,25\%$ ) подключают выход калибратора. Подают первое рекомендуемое значения амплитуды напряжения на частоте 1 кГц  $U_{рек.i}$ , мВ из таблицы 5. Считывают показания  $q_{изм.i}$ , пКл. Результаты измерений заносят в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты измерений и расчётов

$U_{рек.i}$ , мВ	5	10	50	100	1000	5000
$U_{зад.i}$ , мВ						
$q_{изм.i}$ , пКл						
$\Delta_{qi}$ , пКл						

10.3.4 Абсолютную погрешность измерений заряда  $\Delta_{qi}$ , пКл вычисляют по формуле

$$\Delta_{qi} = q_{изм.i} - (U_{зад.i} \cdot C), \quad (2)$$

где  $q_{изм.i}$  – измеренное модулем значение заряда, пКл;

$U_{зад.i}$  –  $i$ -е заданное значение напряжения, мВ;

$C$  – ёмкость адаптера E1000, пФ.

10.3.5 Повторяют операции по 10.3.3 – 10.3.4 для всех рекомендуемых напряжений  $U_{рек.i}$  из таблицы 5.

10.3.6 Повторяют операции по 10.3.3 – 10.2.5 для всех измерительных каналов модуля.

10.3.7 Модуль считают прошедшим поверку с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерений заряда находится в пределах  $\pm(0,003 \cdot q_{изм.i} + 1)$  пКл.

10.4 Проверка рабочего диапазона частот и неравномерности частотной характеристики

10.4.1 Включают и прогревают СИ в соответствии с их ЭД.

10.4.2 Для модификаций, имеющих режим АС, в соответствии с ЭД входят в режим «Проверка», «Режим АС».

10.4.3 На вход модуля подключают выход калибратора.

10.4.4 Измерения проводят при амплитуде выходного напряжения калибратора  $U_{\text{рек.}i} = 1000$  мВ на рекомендуемых частотах, выбираемых в зависимости от рабочего диапазона поверяемого модуля из ряда: 0,1; 0,2; 0,4; 0,5; 1; 1,25; 2, 3, 5, 10; 12,5; 20; 40; 80; 125; 200; 315; 500; 800; 1000; 1600; 2000; 2500; 3000; 5000; 6300; 8000; 10000; 12500; 14000; 16000; 20000; 32000; 60000 Гц. Количество частот должно быть не менее десяти, наличие верхней  $F_e$  и нижней  $F_n$  граничных частот рабочего частотного диапазона обязательно.

10.4.5 Считывают показания  $U_{\text{изм.}i}$ , мВ. Результаты измерений заносят в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты измерений

$F$ , Гц	$F_n$					1000					$F_e$
$U_{\text{рек.}i}$ , мВ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
$U_{\text{зад.}i}$ , мВ											
$U_{\text{изм.}i}$ , мВ											
$\delta_{\text{ЧХ}i}$ , %											

10.4.6 Неравномерность ЧХ  $\delta_{\text{ЧХ}i}$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{ЧХ}i} = \left( \frac{U_{\text{изм.}i}}{U_{\text{зад.}i}} \cdot \frac{U_{\text{изм.}1\text{кГц}}}{U_{\text{зад.}1\text{кГц}}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (3)$$

где  $U_{\text{изм.}i}$  – измеренная модулем амплитуда напряжения на  $i$ -ой частоте, мВ;

$U_{\text{изм.}1\text{кГц}}$  – измеренная модулем амплитуда напряжения на частоте 1 кГц, мВ;

$U_{\text{зад.}i}$  – заданная калибратором амплитуда напряжения на  $i$ -ой частоте;

$U_{\text{зад.}1\text{кГц}}$  – заданная калибратором амплитуда напряжения на частоте 1 кГц, мВ.

10.4.7 Повторяют операции по 10.4.4 – 10.4.6 для всех измерительных каналов модуля.

10.4.8 Для модификаций, имеющих режим DC в соответствии с ЭД входят в режим «Проверка», «Режим DC».

10.4.9 Повторяют операции по 10.4.4 – 10.4.7.

10.4.10 Для модификаций, имеющих режим IEPE в соответствии с ЭД входят в режим «Проверка», «Режим IEPE».

10.4.11 Повторяют операции по 10.4.4 – 10.4.7.

10.4.12 Для модификаций, имеющих режим «заряд» в соответствии с ЭД входят в режим «Проверка», «Режим заряд».

10.4.13 На вход модуля через адаптер Е1000 ( $C=1000$  пФ  $\pm 0,25\%$ ) подключают выход калибратора. Повторяют операции по 10.4.4 – 10.4.6.

10.4.14 Модуль считают прошедшим поверку с положительным результатом, если неравномерность ЧХ находится в пределах:

- от минус 30 % (минус 3 дБ) до плюс 3 % в рабочем диапазоне частот;
- $\pm 3\%$  в диапазоне частот от 3 до 10000 Гц включительно для D003, D004, D005, D006, D104;
- $\pm 3\%$  в диапазоне частот от 1 до 5000 Гц включительно для D008-16, D0081-16, D0082-16, D0083-16, D0084-16, D0085-16, D0086-16, D009-16;
- $\pm 3\%$  в диапазоне частот от 1 до 3000 Гц включительно для D008-24, D0081-24, D0082-24, D0083-24, D0084-24, D0085-24, D0086-24, D009-24, D007, D030;
- $\pm 3\%$  в диапазоне частот от 1 до 1600 Гц включительно для D010-16, D010-24, D011-16, D101, D141, D142.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 Оформление результатов поверки проводят в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Протокол поверки оформляют в произвольной форме.

11.2 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке.

При необходимости проводят пломбирование модуля.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

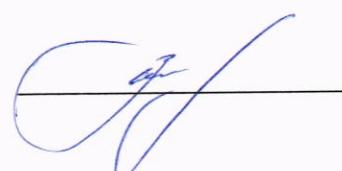
11.4 СИ, не прошедшее поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Главный метролог  
ООО «ГТЛАБ»



А.А. Симчук

Ведущий инженер-исследователь  
ЦИ СИ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



Д.В. Зверев

**Приложение А  
(справочное)**

**Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП**

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
Приказ Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520	Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы
Приказ Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706	Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15 декабря 2020 г. № 903н)

**Приложение Б**  
**(справочное)**  
**Перечень принятых сокращений**

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;  
ГПС – государственная поверочная схема;  
МП – методика поверки;  
СИ – средство(а) измерений;  
ПО – программное обеспечение;  
СКЗ – среднее квадратическое значение;  
ЧХ – частотная характеристика;  
ЭД – эксплуатационная документация.