

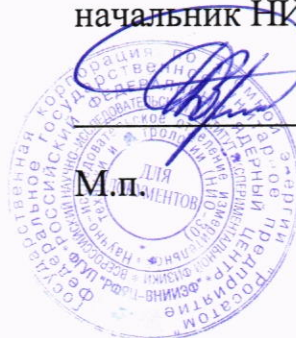
Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»
Федеральное государственное унитарное предприятие
РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики
ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

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 НПО



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.

Поверяемые 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	
		первичной	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 °С до 25 °С;
- 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 поверяемому 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 применение 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 °С до 25 °С, абсолютная погрешностью измерений в пределах ±1 °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	СИ относительной влажности воздуха в диапазоне от 40 до 80 %, относительная погрешность измерений в пределах ±3 %	
	СИ атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, абсолютная погрешность измерений в пределах ±0,5 кПа	
	СИ напряжения питающей сети в диапазоне от 207 до 253 В, относительная погрешность измерений в пределах ±1 %	Мультиметр цифровой 34410А (рег. № 47717-11)
	СИ частоты питающей сети в диапазоне от 49 до 50 Гц, абсолютная погрешность измерений в пределах ±0,1 Гц	
10.1	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с ГПС ¹⁾ , диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока ±10 В, относительная погрешность воспроизведения в пределах ±0,05 %	Калибратор универсальный Н4-16 (рег. № 46627-11)
8,2, 10.2, 10.3, 10.4	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с ГПС ²⁾ диапазон воспроизведения напряжения переменного тока ±10 В в диапазоне частот от 0,1 до 60000 Гц, относительная погрешность воспроизведения в пределах ±0,05 %	
¹⁾ - приказ Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520; ²⁾ - 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 «Поверка», «Режим АС». Для модификаций, имеющих «Режим IERE» («Режим АС» отсутствует) в соответствии с ЭД входят в режим «Поверка», «Режим IERE».

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 $U_{рек.i}$, мВ из таблицы 3. Считывают показания $U_{изм.i}$, мВ. Результаты измерений заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты измерений и расчётов

$U_{рек.i}$, мВ	5	10	50	100	1000	5000	10000
$U_{зад.i}$, мВ							
$U_{изм.i}$, мВ							
ΔU_i , мВ							
$U_{рек.i}$, мВ	-5	-10	-50	-100	-1000	-5000	-10000
$U_{зад.i}$, мВ							
$U_{изм.i}$, мВ							
ΔU_i , мВ							

10.1.4 Абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока ΔU_i , мВ вычисляют по формуле

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

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

10.1.5 Повторяют операции по 10.1.3 – 10.1.4 для всех рекомендуемых

напряжений $U_{рек.i}$ 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:

- $\pm(0,02 \cdot U_{изм.i} + 1)$ 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, 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 аналогового входа АС и IEPЕ.

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

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

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

Таблица 4 – Результаты измерений и расчётов

$U_{рек.i}$, мВ	5	10	50	100	1000	5000	10000
$U_{зад.i}$, мВ							
$U_{изм.i}$, мВ							
ΔU_i , мВ							
Примечание – Для модулей D007, D101, D141, D142 точка $U_{рек.i}=10000$ мВ не проверяется							

10.2.5 Абсолютную погрешность измерений амплитуды напряжения переменного тока ΔU_i , мВ рассчитывают по формуле 1.

10.2.6 Повторяют операции по 10.2.3 – 10.2.5 для всех рекомендуемых напряжений $U_{рек.i}$ 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 «Поверка», «Режим IEPЕ».

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 1кГц 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 «Поверка», «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						
Δ_{qi} , пКл						

10.3.4 Абсолютную погрешность измерений заряда Δ_{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 «Поверка», «Режим АС».

10.4.3 На вход модуля подключают выход калибратора.

10.4.4 Измерения проводят при амплитуде выходного напряжения калибратора $U_{рек.i} = 1000$ 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_v и нижней F_n граничных частот рабочего частотного диапазона обязательно.

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

Таблица 6 – Результаты измерений

F , Гц	F_n					1000					F_v
$U_{рек.i}$, мВ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
$U_{зад.i}$, мВ											
$U_{изм.i}$, мВ											
$\delta_{ЧХi}$, %											

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

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

где $U_{изм.i}$ - измеренная модулем амплитуда напряжения на i -ой частоте, мВ;
 $U_{изм.1 \text{ кГц}}$ - измеренная модулем амплитуда напряжения на частоте 1 кГц, мВ;
 $U_{зад.i}$ - заданная калибратором амплитуда напряжения на i -ой частоте;
 $U_{зад.1 \text{ кГц}}$ - 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 ДС в соответствии с ЭД входят в режим «Поверка», «Режим ДС».

10.4.9 Повторяют операции по 10.4.4 – 10.4.7.

10.4.10 Для модификаций, имеющих режим IERE в соответствии с ЭД входят в режим «Поверка», «Режим IERE».

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 «Поверка», «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;
- ± 3 % в диапазоне частот от 3 до 10000 Гц включительно для D003, D004, D005, D006, D104;
- ± 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;
- ± 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;
- ± 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.

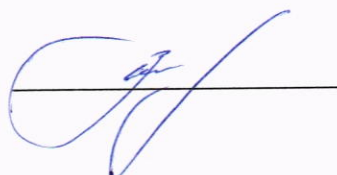
Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

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 электродвижущей 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.