

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ФБУ «Тест-С.-Петербург»

 М. А. Демидова

04 2026 г.



«ГСИ. Модули прецизионного магазина электрических ёмкостей ДС335-РХ1е.

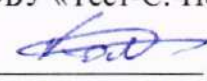
Методика поверки»

МП 432-226-2026

Разработчик:

Ведущий инженер по метрологии
отдела № 432

ФБУ «Тест-С.-Петербург»

 Д. С. Колосков

«01» 04 2026 г.

г. Санкт-Петербург

2026 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	3
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 (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр средства измерений	5
8 Подготовка к проверке и опробование средства измерений	6
9 Проверка программного обеспечения средства измерений	6
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	7
11 Оформление результатов поверки	9
Приложение А	11

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на модули прецизионного магазина электрических ёмкостей ДС335-PXIe (далее по тексту – модули), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью Научно-технической фирмой «АСД» (ООО НТФ «АСД»), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Модули предназначены для воспроизведений электрической ёмкости по шести независимым гальванически развязанным друг от друга каналам.

1.3 Поверка модулей должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.4 Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик модулей применяются методы прямых измерений и замещения (сличения).

1.5 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость модулей к Государственному первичному эталону ГЭТ 25-79 «Государственный первичный эталон единицы электрической ёмкости» согласно ГОСТ 8.371-80 «Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической ёмкости».

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при использовании настоящей методики поверки следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	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
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.2.3

2.2 Допускается проведение поверки средств измерений (далее по тексту – СИ) меньшего числа измерительных каналов на основании письменного заявления владельца СИ. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке СИ.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 модули к дальнейшей поверке не допускаются, бракуется и направляется в ремонт.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Условия поверки должны удовлетворять требованиям ГОСТ 8.395-80, эксплуатационной документации на поверяемые средства измерений, правил содержания и применения эталонов, эксплуатационной документации средств измерений, применяемых в качестве поверки.

3.2 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, не более, % 75;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, осуществляющие поверку данного вида средств измерений, ознакомленные с устройством и принципом работы поверяемого средства измерений и средств поверки, согласно эксплуатационной документации, изучившие настоящую методику поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Перечень эталонов, СИ и вспомогательного оборудования, рекомендуемых при проведении поверки, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к рекомендуемым средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 °C до плюс 25 °C, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 1 °C. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 45 % до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 3 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84,0 до 106,7 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.2.1 Определение допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения электрической ёмкости методом замещения (сличения) в диапазоне менее 100,00 пФ	Рабочие эталоны 3-го разряда и выше согласно ГОСТ 8.371-80 в диапазоне измерений до 100,00 пФ. Средства измерений электрической ёмкости согласно ГОСТ 8.371-80 в диапазоне измерений до 100,00 пФ	Мера ёмкости P597/2, рег. № 2684-70. Анализатор компонентов прецизионный WK 6440B, рег. № 33772-07
10.2.2 Определение допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения электрической ёмкости методом прямых измерений в диапазоне 100,00 пФ и более	Рабочие эталоны 3-го разряда и выше согласно ГОСТ 8.371-80 в диапазоне измерений от 100,00 до 16000,00 пФ	Анализатор компонентов прецизионный WK 6430B, рег. № 33772-07
Вспомогательные технические средства		
Управляющий компьютер	Операционная система Windows; программное обеспечение DS335Tech.exe	—
Носитель модулей	PXIe	—
Общесистемный интерфейс	Информационная связь компьютера и носителя PXIe	—
Устройство коммутационное	АМ-ДС335-PXIe	—

5.2 Допускается применение иных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой в соответствующей поверочной схеме точностью.

5.3 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть исправны и иметь действующую запись о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При поверке модулей должны быть соблюдены требования безопасности установленные ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 22261, действующих национальных правил эксплуатации электроустановок и правил охраны труда, а также меры безопасности, изложенные в Руководстве по эксплуатации АСЖТ.421415.335-51 РЭ и другого применяемого оборудования.

6.2 Перед поверкой средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие модулей следующим требованиям:

— наличие маркировки на модулях (наименование изделия, заводской номер, назначение гнезд, разъемов, индикаторов);

- четкость всех надписей на модулях;
- чистота контактов разъемных соединителей;
- исправность соединительных кабелей;
- прочность и целостность всех покрытий, обеспечивающих защиту от внешних воздействий;
- отсутствие механических повреждений.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результата поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявляемые дефекты устраняются, и модули допускаются к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефекта, модули к дальнейшей поверке не допускаются.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При подготовке к поверке, опробовании и проведении поверки необходимо проконтролировать условия поверки в соответствии с п. 3 настоящей методики.

8.1.1 Провести подготовку модулей к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.1.2 Включить питание носителя модулей. Выдержать модули во включенном состоянии перед выполнением поверки не менее 30 мин.

8.2 Опробование

8.2.1 Опробование модулей осуществляется программно функцией драйвера Selftest, вызываемой прикладной программой управления модулями.

8.2.2 Результат опробования считать положительным, если в результате проверки модулей программой отсутствуют сообщения о неисправностях.

Модули подвергать поверке только при положительном результате его опробования.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку номера версии и контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора программного обеспечения) выполнить следующим образом:

1) В окне программы управления модулями нажать на кнопку «Помощь», после чего выбрать пункт меню «О программе...».

2) В появившемся окне наблюдать информацию об идентификационном признаке (контрольной сумме) файлов, являющихся метрологически значимыми частями программного обеспечения (далее по тексту – ПО). Фактическая (рассчитанная при запуске) контрольная сумма должна совпадать с эталонной контрольной суммой, приведенной в паспорте на модуль.

3) Сравнить номера версий и контрольные суммы указанных файлов с таблицей 3.

Результаты проверки считать положительными, если полученные идентификационные данные программных компонентов (номер версий и цифровой идентификатор) соответствуют идентификационным данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование	ds335dV01.dll
Номер версии ПО	не ниже 2.9.6
Цифровой идентификатор ПО	CB1EF99F05400FFEA5D164ABDD5B0F6A
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Подготовка к проверке

При проверке метрологических характеристик модулей допускается использование устройства коммутационного АМ-ДС335-PXIe, поставляемого по заказу.

Перед проведением проверки следует:

1) Установить модуль в носитель модулей, поддерживающий работу с модулями стандарта PXIe согласно рисунку 1.

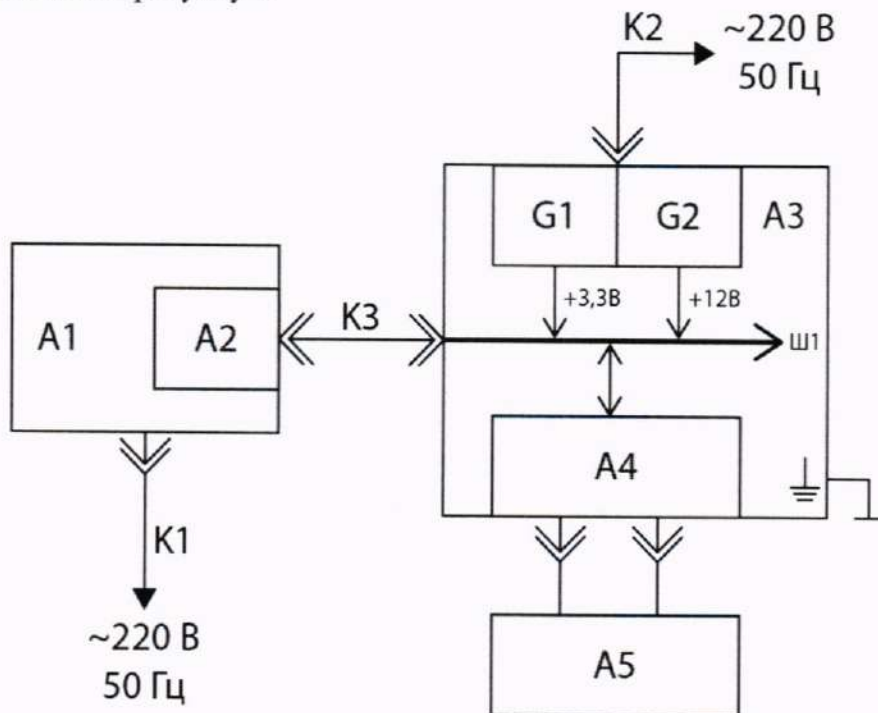


Рисунок 1 – Схема установки модулей в носитель PXIe

На рисунке 1 присутствуют следующие элементы:

- A1 – управляющий компьютер;
- A2 – установленный в A1 интерфейс для соединения с носителем модулей PXIe;
- A3 – носитель модулей PXIe;
- A4 – модуль ДС335-PXIe;
- A5 – устройство коммутационное АМ-ДС335-PXIe при операциях регулировки (калибровки) и поверки модуля ДС335-PXIe;
- G1, G2 – источники питания постоянного тока;
- K1, K2 – кабели питания;
- K3 – кабель подключения к управляющему компьютеру;
- Ш1 – шина PCIe.

2) Убедиться, что внешние влияющие факторы соответствуют условиям эксплуатации.

3) Запустить на исполнение приложение «DS335Tech.exe» (далее по тексту – программа) на управляющем компьютере носителя модулей.

10.2 Проверка диапазонов и определение абсолютной погрешности воспроизведения электрической ёмкости

Проверка канала воспроизведения ёмкости состоит из измерения и определения погрешности значений ёмкости из таблицы 4. Метод проверки определенного значения зависит от номинала ёмкости и производится методом замещения (сличения) для значений ёмкости менее 100 пФ и методом прямых измерений для значений ёмкости 100 пФ и более.

Измерения проводятся при частоте сигнала измерителя ёмкости, равной 1 кГц.

Измеритель ёмкости подключить в розетку с заземлением, используя кабель с заземлением. Также важно, чтобы носитель PXIe, в который подключен модуль, и измеритель ёмкости были подключены в одну розетку посредством электрического разветвителя.

Результаты проверки по данному пункту считаются положительными, если все полученные значения погрешности ΔC не превосходят (по абсолютной величине) $\Delta C_{\text{доп}}$.

Таблица 4 – Проверяемые значения

Метод измерения	Проверяемые значения, Сп, пФ	Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведений ёмкости $\Delta C_{\text{доп}}$, пФ
Замещение (сличение)	30,00	$\pm 0,3$ (1,0 %)
Прямые измерения	100,00	$\pm 0,3$ (0,3 %)
	200,00	$\pm 0,4$ (0,2 %)
	400,00	$\pm 0,8$ (0,2 %)
	800,00	$\pm 1,6$ (0,2 %)
	1000,00	$\pm 2,0$ (0,2 %)
	2000,00	$\pm 4,0$ (0,2 %)
	4000,00	$\pm 8,0$ (0,2 %)
	8000,00	$\pm 16,0$ (0,2 %)
	16000,00	$\pm 32,0$ (0,2 %)

10.2.1 Метод замещения (сличения) для значений ёмкости менее 100 пФ

Метод применяют при наличии эталонной меры того же номинального значения C_N , что и у проверяемого значения, вместе с измерителем ёмкости, используемым в качестве компаратора. Подключение эталонной меры необходимо производить по трехзажимной схеме.

1) Выполните установку нуля измерителя ёмкости для компенсации измерительных проводов.

2) Подключите эталонную меру к измерителю ёмкости согласно рисунку 2.

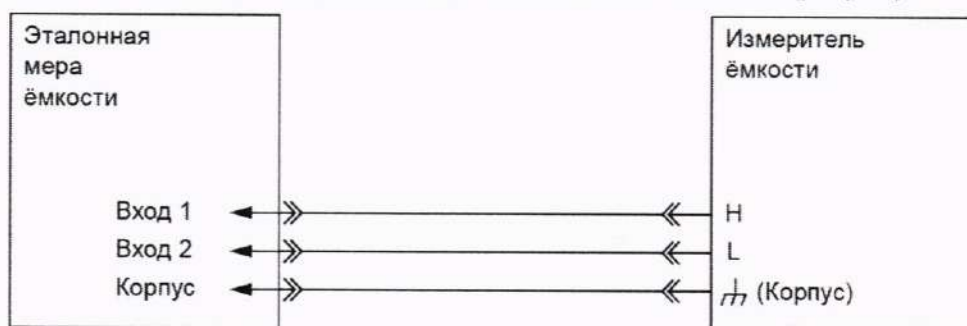


Рисунок 2 – Подключение эталонной меры к измерителю ёмкости

3) Измерьте значение ёмкости эталонной меры $C_{\text{им}}$.

4) Подключите измеритель ёмкости к выходным контактам канала Сп согласно рисунку 3.

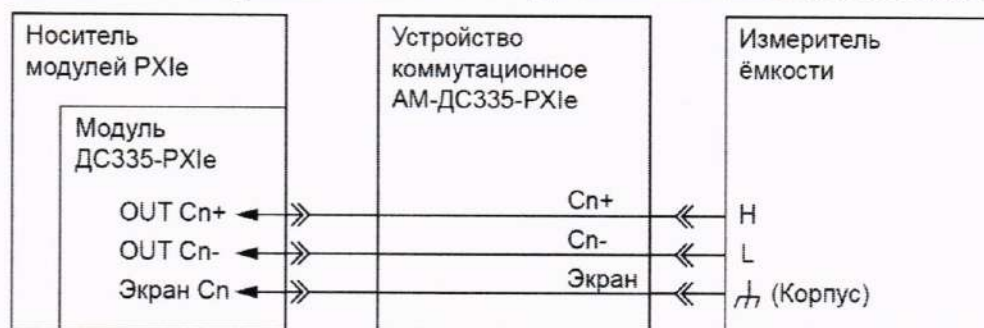


Рисунок 3 – Схема подключения СИ для проверки в режиме воспроизведений электрической ёмкости

- 5) В окне ПО перейдите на вкладку «Непрерывный ряд».
- 6) Установите в окне программы для проверяемого канала состояние выхода «Обрыв».
- 7) Произведите установку нуля измерителя ёмкости для компенсации начальной ёмкости. Компенсацию необходимо производить при каждом подключении измерительных проводов к каналам воспроизведения ёмкости модулей.
- 8) Задайте в окне программы значение ёмкости канала.
- 9) Измерьте значение ёмкости $C_{ик}$ канала модулей.
- 10) Определите разность отсчетов по ёмкости при измерении проверяемого значения и эталонной меры по формуле

$$\Delta C_{км} = C_{ик} - C_{им} \text{ [пФ]}, \quad (1)$$

- 11) Определите действительное значение ёмкости C_x канала модулей по формуле

$$C_x = C_n + \Delta C_{км} \text{ [пФ]}, \quad (2)$$

где C_n – номинальное значение ёмкости эталонной меры, пФ.

- 12) Определите погрешность воспроизведения ёмкости ΔC по формуле

$$\Delta C = C_x - C_p \text{ [пФ]}, \quad (3)$$

где C_p – значение ёмкости, задаваемое в окне программы, пФ.

10.2.2 Метод прямых измерений для значений ёмкости 100 пФ и более

- 1) Для проверки канала воспроизведений электрической ёмкости подключите измеритель ёмкости, соблюдая полярность, к выходным контактам канала C_p согласно рисунку 3.
- 2) В окне ПО перейдите на вкладку «Непрерывный ряд».
- 3) Установите в окне программы для проверяемого канала состояние выхода «Обрыв».
- 4) Произведите установку нуля измерителя ёмкости для компенсации начальной ёмкости. Компенсацию необходимо производить при каждом подключении измерительных проводов к каналам воспроизведения ёмкости модулей.
- 5) Последовательно задавайте в окне программы значения ёмкости канала.
- 6) При каждом заданном значении измеряйте значение ёмкости и определяйте погрешность воспроизведений ёмкости ΔC по формуле

$$\Delta C = C_{изм} - C_p \text{ [пФ]}, \quad (4)$$

$$\Delta C\% = \Delta C \div C_p \cdot 100 \text{ [%]}, \quad (5)$$

где $C_{изм}$ – измеренное значение ёмкости, пФ;

C_p – значение ёмкости, задаваемое в окне программы, пФ.

10.2.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.2.3.1 Процедуры обработки результатов измерений, полученных при определении метрологических характеристик поверяемых модулей, указаны в п. 10 настоящей методики.

10.2.3.2 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия модулей метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в пунктах с 7 по 10, и соответствие действительных значений метрологических характеристик модулей требованиям, установленных в описании типа.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки поверяемого средства измерения оформляют протоколами произвольной формы на основании экспериментальных данных, полученных в процессе первичной (периодической) поверки.

11.2 Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

11.3 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается, модули бракуются и направляются в ремонт.

11.4 Сведения о результатах поверки модулей заносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерения или лица, предоставившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средств измерений или извещение о непригодности к применению.

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические характеристики модулей

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны воспроизведений электрической ёмкости, пФ	от 10,00 до 150,00 включ. св. 150,00 до 16000,00 включ.
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений электрической ёмкости, пФ: – для диапазона от 10,00 до 150,00 пФ включ. – для диапазона св. 150,00 до 16000,00 пФ включ.	$\pm 0,3$ $\pm 0,002 \cdot C_x$
Дискретность воспроизведений электрической ёмкости, пФ, не более	0,01
Примечание – C_x – номинальное значение электрической ёмкости, пФ.	