

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
Уральский научно-исследовательский институт метрологии
- филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский
научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ - филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



Е.П. Собина

2025 г.

**«ГСИ. Дифрактометр рентгеновский Vektor GaN.
Методика поверки»**

МП 12-223-2025

Екатеринбург
2025

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНА

Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

2 ИСПОЛНИТЕЛИ

Заведующий лабораторией 223 Собина А.В., ведущий инженер лаборатории 223 Герасимова Н.Л.

3 СОГЛАСОВАНА

Директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в апреле 2025 г.

Содержание

1 Общие положения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Перечень операций поверки	5
4 Требования к условиям проведения поверки	5
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	6
6 Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	7
8 Внешний осмотр средства измерений	7
9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
10 Проверка программного обеспечения	7
11 Определение метрологических характеристик средства измерений	8
12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
13 Оформление результатов поверки	9

**ГСИ. Дифрактометр рентгеновский Vektor GaN.
Методика поверки**

МП 12-223-2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на дифрактометр рентгеновский Vektor GaN, предназначенный для измерений углового положения дифракционных максимумов и последующего анализа углового распределения интенсивности рентгеновских лучей, дифрагированных на кристаллической решетке тонкослойных эпитаксиальных структур на основе нитрида галлия (GaN), с целью определения параметров и состава структуры.

Изготовитель: «Accent Optical Technologies (U.K.) Ltd», Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии.

1.2 Дифрактометр рентгеновский Vektor GaN подлежит первичной и периодической поверке. Поверка дифрактометра рентгеновского Vektor GaN должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.3 При проведении поверки измеряемые дифрактометром рентгеновским Vektor GaN значения величин прослеживаются к единице международной системы единиц (СИ) – метру посредством применения стандартного образца дифракционных свойств кристаллической решетки (оксид алюминия) (SRM 1976c), ГСО 11420-2019, выпущенного Национальным институтом стандартов и технологий (NIST), США.

1.4 В настоящей методике поверки реализована поверка методом прямых измерений.

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

Т а б л и ц а 1 – Метрологические характеристики дифрактометра рентгеновского Vektor GaN

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений угловых положений дифракционных максимумов (2θ)	от 32° до 37°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угловых положений дифракционных максимумов	$\pm 0,2^\circ$

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы и нормативные правовые акты:

ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности;

Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены Приказом Минтруда РФ № 903н от 15.12.2020 г.);

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим документом 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 пользовании настоящим документом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Перечень операций поверки

3.1 При поверке дифрактометра рентгеновского Vektor GaN должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – 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	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	9
Проверка программного обеспечения	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	11
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	12

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций, указанных в таблице 2, поверка прекращается, дифрактометр рентгеновский Vektor GaN бракуется и выполняются операции по разделу 13 настоящей методики поверки.

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки дифрактометра рентгеновского Vektor GaN должны быть соблюдены следующие условия (если не оговорено иное):

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке дифрактометра рентгеновского Vektor GaN допускаются специалисты, имеющие вторую квалификационную группу по электробезопасности (до 1000 В), ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и Руководством по эксплуатации дифрактометра рентгеновского Vektor GaN.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки дифрактометра рентгеновского Vektor GaN применяют средства поверки согласно таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры, относительной влажности с диапазонами измерений, охватывающими условия по п. 4.1, ПГ $\pm 0,5$ °C (при измерении температуры), ПГ ± 3 % (при измерении относительной влажности)	Термогигрометр ИВА-6А-КП-Д (рег. № 46434-11)
11 Определение метрологических характеристик средства измерений	Стандартный образец дифракционных свойств кристаллической решетки, угловые положения дифракционных максимумов (2Θ) от 32° до 37°, ПГ не более $\pm 0,07^\circ$	Стандартный образец дифракционных свойств кристаллической решетки (оксид алюминия) (SRM 1976с), ГСО 11420-2019

6.2 Средства измерений (СИ), применяемые для поверки дифрактометра рентгеновского Vektor GaN, должны быть утвержденного типа и на момент использования должны быть поверены.

6.3 Стандартные образцы, применяемые для поверки дифрактометра рентгеновского Vektor GaN, должны быть утвержденного типа и на момент использования должны иметь действующий паспорт.

6.4 Допускается применение других средств поверки, соответствующих области применения поверяемого дифрактометра рентгеновского Vektor GaN, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки дифрактометра рентгеновского Vektor GaN должны быть соблюдены требования безопасности электрических измерений согласно ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», требования Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных Приказом Минтруда РФ № 903н от 15.12.2020 г., а также указания, изложенные в Руководстве по эксплуатации СИ.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре поверяемого дифрактометра рентгеновского Vektor GaN необходимо установить:

- соответствие внешнего вида дифрактометра рентгеновского Vektor GaN сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений дифрактометра рентгеновского Vektor GaN, соединительных кабелей, проводов и т.п.;
- четкость обозначений и маркировки дифрактометра рентгеновского Vektor GaN.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре дифрактометра рентгеновского Vektor GaN выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Готовят дифрактометр рентгеновский Vektor GaN к работе в соответствии с РЭ.

9.2 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с таблицей 3.

9.3 Перед проведением поверки должна быть выполнена подготовка дифрактометра рентгеновского Vektor GaN в соответствии с РЭ. Проверяют работоспособность органов управления и регулировки дифрактометра рентгеновского Vektor GaN в соответствии с РЭ. Необходимо убедиться, что все режимы работы, а также параметры, соответствующие заданному режиму, высвечиваются на экране монитора компьютера.

10 Проверка программного обеспечения

10.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (ПО) поверяемого дифрактометра рентгеновского Vektor GaN проводят путем сличения идентификационных данных ПО, отображаемых на экране монитора компьютера, с идентификационными данными ПО, приведенными в описании типа.

10.2 Идентификационное наименование и номер версии ПО поверяемого дифрактометра рентгеновского Vektor GaN должны соответствовать данным, приведенным в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Accent Optical Technologies DCD/RD Mapper
Идентификационное наименование основного модуля интерфейса ПО	Sf_dcd32.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v4.03.11
Цифровой идентификатор ПО	-

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений угловых положений дифракционных максимумов

11.1.1 Помещают стандартный образец дифракционных свойств кристаллической решетки в держатель для образцов дифрактометра рентгеновского Vektor GaN.

11.1.2 Устанавливают параметры сканирования:

- диапазон от 32° до 37° ;
- напряжение рентгеновской трубки 40 кВ;
- ток рентгеновской трубки 35 мА;
- угловой шаг $0,014^\circ$;
- время счета в точке не менее 300 мс.

Для загрузки параметров сканирования загружается параметрический файл SRM 1976C.

11.1.3 Проводят сканирование образца по углу 2θ в диапазоне от 32° до 37° .

11.1.4 На полученном угловом распределении интенсивности дифрагированных рентгеновских лучей с помощью ПО определяют положение максимума рефлекса по углу 2θ для индекса отражения (104).

11.1.5 Выполняют три последовательных измерения углового положения дифракционного максимума рефлекса для индекса отражения (104) в стандартном образце.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Рассчитывают абсолютную погрешность i -того измерения углового положения дифракционного максимума рефлекса по углу 2θ для индекса отражения (104) по формуле

$$\Delta 2\theta(104)_{(i)} = 2\theta(104)_{изм(i)} - 2\theta(104)_{(i)}, \quad (1)$$

где $2\theta(104)_{изм(i)}$ – измеренное значение углового положения максимума рефлекса по углу 2θ для индекса отражения (104), градус;

$2\theta(104)_{(i)}$ – значение углового положения максимума рефлекса по углу 2θ для индекса отражения (104), приведенное в паспорте стандартного образца, градус.

12.2 Полученные значения абсолютной погрешности i -того измерения углового положения дифракционного максимума не должны превышать значений, приведенных в таблице 1.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки СИ признают пригодным к применению.

13.3 Нанесение знака поверки на СИ не предусмотрено. Пломбирование СИ не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки СИ признают непригодным к применению.

13.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные о комплектности СИ.

Разработчики:

Зав. лабораторией 223 УНИИМ –
филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



А.В. Собина

Ведущий инженер лаб.223 УНИИМ –
филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



Н.Л. Герасимова