

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «16» августа 2022 г. № 2022

Регистрационный № 86403-22

Лист № 1  
Всего листов 5

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Микроскоп электронный просвечивающий Themis Z G3**

**Назначение средства измерений**

Микроскоп электронный просвечивающий Themis Z G3 (далее – микроскоп) предназначен для измерений линейных размеров элементов микро- и наноструктур тонкопленочных образцов, микро- и наночастиц, определения их элементного состава методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии и спектроскопии характеристических потерь энергии электронов.

**Описание средства измерений**

Принцип действия микроскопа основан на прохождении пучка ускоренных электронов через исследуемый объект, где происходит их рассеяние на кристаллической решетке или неоднородностях структуры объекта. В плоскости изображения объективной линзы, расположенной непосредственно за образцом, формируется действительное изображение объекта, а в ее фокальной плоскости формируется дифракционная картина, каждая точка которой соответствует определенному углу выхода электронов из образца.

Микроскоп представляет собой стационарную автоматизированную многофункциональную измерительную систему, в состав которой входят следующие основные модули:

- модуль получения изображений,
- источник высокого напряжения,
- блок электроники;
- рабочее место оператора на базе специализированного управляющего компьютера;
- безмасляная система поддержания вакуума в колонне микроскопа, состоящая из форвакуумного, турбомолекулярного и двух магниторазрядных насосов;
- система замкнутого водяного охлаждения;

Основным компонентом модуля получения изображений является электронно-оптическая колонна, которая содержит электронную пушку и систему электромагнитных линз: блок конденсорных линз, объективную линзу, блок дифракционной и промежуточных линз. Между конденсорной и объективной системами расположен блок с корректором сферических aberrаций до 4-го порядка для СПЭМ-режима.

Электронная пушка с автоэмиссионным катодом типа Шоттки снабжена встроенным монохроматором, обеспечивающим разброс энергии электронов менее 15 эВ. Объективная линза выполнена симметричной и между ее полюсными наконечниками путем шлюзования вводится держатель с объектом исследований. Объективная линза дополнена диафрагмой, положением которой можно управлять. Диафрагмы для конденсорных линз, объективной линзы, селективная диафрагма для ограничения области исследования являются моторизованными.

Регистрация изображения в режиме просвечивающей электронной микроскопии осуществляется с помощью ПЗС-камеры высокой чувствительности и высокого разреше-

ния, оптимизированной на работу при ускоряющем напряжении 300кВ. Для реализации режима сканирующей просвечивающей электронной микроскопии (СПЭМ) используются кольцевой детектор электронов.

Модуль получения изображений также включает спектрометр для регистрации характеристических потерь энергии электронов и высокочувствительный энергодисперсионный спектрометр для регистрации характеристического рентгеновского излучения. Оба спектрометра поддерживают несколько режимов работы: сбор спектра в точке, сканирование вдоль линии и спектральное картирование с записью полного спектра в каждой точке. Электронная колонна позволяет использовать отдельные предустановки электронно-оптической колонны с быстрым переключением для поиска объекта, фокусировки и финального экспонирования.

Микроскоп расположен в закрытом термостабилизированном помещении, которое отделено от рабочего места оператора автоматическими стеклянными дверями. Управляющее программное обеспечение позволяет проводить полное удаленное управление всеми функциями микроскопа, включая смену диафрагм, перемещение образца, фокусировку, стигмирование, управление вакуумной системой, мониторинг, регистрацию и визуализацию изображения с видеокамеры.

Заводской номер D3579/9923887 в буквенно-числовом формате и год изготовления нанесены методом гравировки на шильдик, закрепленный внизу на задней панели модуля получения изображений. Пломбирование микроскопа не предусмотрено. Общий вид микроскопа и место нанесения знака поверки приведены на рисунке 1.



Место нанесения  
знака поверки и  
знака утвержде-  
ния типа

Рисунок 1 - Общий вид микроскопа электронного просвечивающего Themis Z G3

### Программное обеспечение

Управление микроскопом осуществляется с помощью социализированного программного обеспечения (ПО), включающего в себя программы TEM User interface, TEM Imaging & Analysis (TIA), Velox, Gatan Microscopy Suite (GMS). Программа TEM User interface не может быть использована отдельно от микроскопа и служит для непосредственной визуализации изображения, а также для выполнения базовых операций по настройке колонны, управления электронной пушкой и выбора детектора. Программы TIA, Velox, и GMS предназначены для обработки данных, в частности, для измерения линейных размеров объекта по его двумерной проекции, визуализируемой на экране компьютера.

Идентификационные данные программного обеспечения указаны в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)
TEM User interface	2.15.3	-
TIA	5.0	-
Velox	2.14.0.703	-
GMS	3.32.2403.0	-

Уровень защиты ПО соответствует типу «средний» согласно Р 50.2.077-2014.

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений линейных размеров, мкм	от 0,0003 до 10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров при ускоряющем напряжении 300 кВ, нм ( $L$ – линейный размер, нм)	$\pm(0,4+0,03 \cdot L)$
Пространственное разрешение в СПЭМ-режиме и ускоряющем напряжении 300 кВ, нм, не более	0,06
Энергетическое разрешение энергодисперсионного спектрометра на линии $K\alpha$ марганца при скорости счета менее $10^4$ имп/с, эВ, не более	136

Таблица 3 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон регулирования увеличения, крат	от 70 до 10000000
Диапазон регулировки ускоряющего напряжения, кВ	от 80 до 300
Ток пучка в режиме СПЭМ при пятне фокусировки 0,2 нм, нА, не менее	1,3
Расстояние между полюсными наконечниками объективной линзы, мм	5,4
Размер матрицы ПЗС для регистрации изображений в ПЭМ-режиме, пикселей	4096x4096
Суммарная активная площадь детекторов энергодисперсионного спектрометра, мм <sup>2</sup>	120
Диапазон определяемых элементов в режиме энергодисперсион-	От С до Es

ного спектрометра	
Диапазон определяемых элементов спектрометра характеристических потерь энергии электронов	От Li до Am
Масса, включая все комплектующие, кг, не более	4300
Габаритные размеры основных составных частей (ДхШхВ), мм, не более: - модуль получения изображений - источник высокого напряжения, - блок электроники; - рабочее место оператора на базе специализированного управляющего компьютера - форвакуумный насос;	2400×2250×3450 870×995×1800 225×630×650  2200×800×757 216×412×220
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха, %, не более	от +18 до +20 80
Напряжение питания от однофазной сети переменного тока частотой 50/60 Гц, В	от 110 до 240
Потребляемая мощность, не более, Вт	11500

#### Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель модуля получения изображений в виде наклейки, и на титульный лист эксплуатационной документации типографским способом.

#### Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Микроскоп электронный просвечивающий	Themis Z G3	1 шт.
Руководство по эксплуатации	-	1 экз.
Методика поверки	-	1 экз.

#### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в документе «Микроскоп электронный просвечивающий Themis Z G3. Руководство по эксплуатации», разделы 2.5 «Измерение в режиме формирования изображения» и 2.6 «Измерение в режиме дифракции».

#### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к средству измерений

Государственная поверочная схема для средств измерения длины в диапазоне от  $10^{-9}$  до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденная приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840.

**Правообладатель**

Фирма «Thermo Fisher Scientific», Нидерланды  
Адрес: Thermo Fisher Scientific Achtseweg Noord 5, 5651 GG,  
Eindhoven, The Netherlands  
Тел./Факс: +31 40 23 56924/+31 40 23 56634.

**Изготовитель**

Фирма «Thermo Fisher Scientific», Нидерланды.  
Адрес: Thermo Fisher Scientific Achtseweg Noord 5, 5651 GG,  
Eindhoven, The Netherlands  
Тел./Факс: +31 40 23 56924/+31 40 23 56634.

**Испытательный центр**

Акционерное общество «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума» (АО «НИЦПВ»)  
Адрес: 119421, г. Москва, ул. Новаторов, д. 40, корп. 1  
Тел./Факс: (495) 935-97-77  
E-mail: nicpv@mail.ru  
Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц  
№ RA.RU.320052.

