

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «03» июля 2025 г. № 1342

Регистрационный № 95798-25

Лист № 1
Всего листов 5

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Микроскоп просвечивающий электронный измерительный JEM-2100 Plus

Назначение средства измерений

Микроскоп просвечивающий электронный измерительный JEM-2100 Plus (далее – микроскоп) предназначен для измерений линейных размеров элементов микро- и наноструктур тонкопленочных образцов, микро- и наночастиц на пленке-подложке, определения параметров кристаллической решетки и локального элементного состава методом энергодисперсионной спектроскопии.

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:

- модуль получения изображений;
- источник высокого напряжения;
- блок электроники;
- форвакуумный насос;
- система замкнутого водяного охлаждения.

Основным компонентом модуля получения изображений является электронно-оптическая колонна. Электронно-оптическая колонна содержит электронную пушку и систему электронных линз: блок конденсорных линз, объективную линзу, блок промежуточных линз и проекционную линзу. Электронная пушка включает источник электронов на основе монокристаллического катода LaB₆. Объективная линза дополнена диафрагмой, положением которой можно управлять. Регистрация изображения в режиме просвечивающей электронной микроскопии и режиме дифракции осуществляется с помощью 11 Мп ПЗС-камеры.

Модуль получения изображений также включает в себя управляющий компьютер со специализированным программным обеспечением и энергодисперсионный спектрометр (ЭДС), выполненный на основе SDD детектора для регистрации химических элементов от Be до Am.

Источник высокого напряжения вырабатывает высокостабильное ускоряющее напряжение, которое подается на электронную пушку, в диапазоне от 80 до 200 кВ.

Пломбирование микроскопа не предусмотрено. Заводской номер № ЕМ1753000180018 и год изготовления нанесены типографским способом на шильдик, закрепленный на задней панели модуля получения изображений. Нанесение знака поверки на микроскоп не

предусмотрено. Общий вид микроскопа и место нанесения знака утверждения типа приведены на рисунке 1.

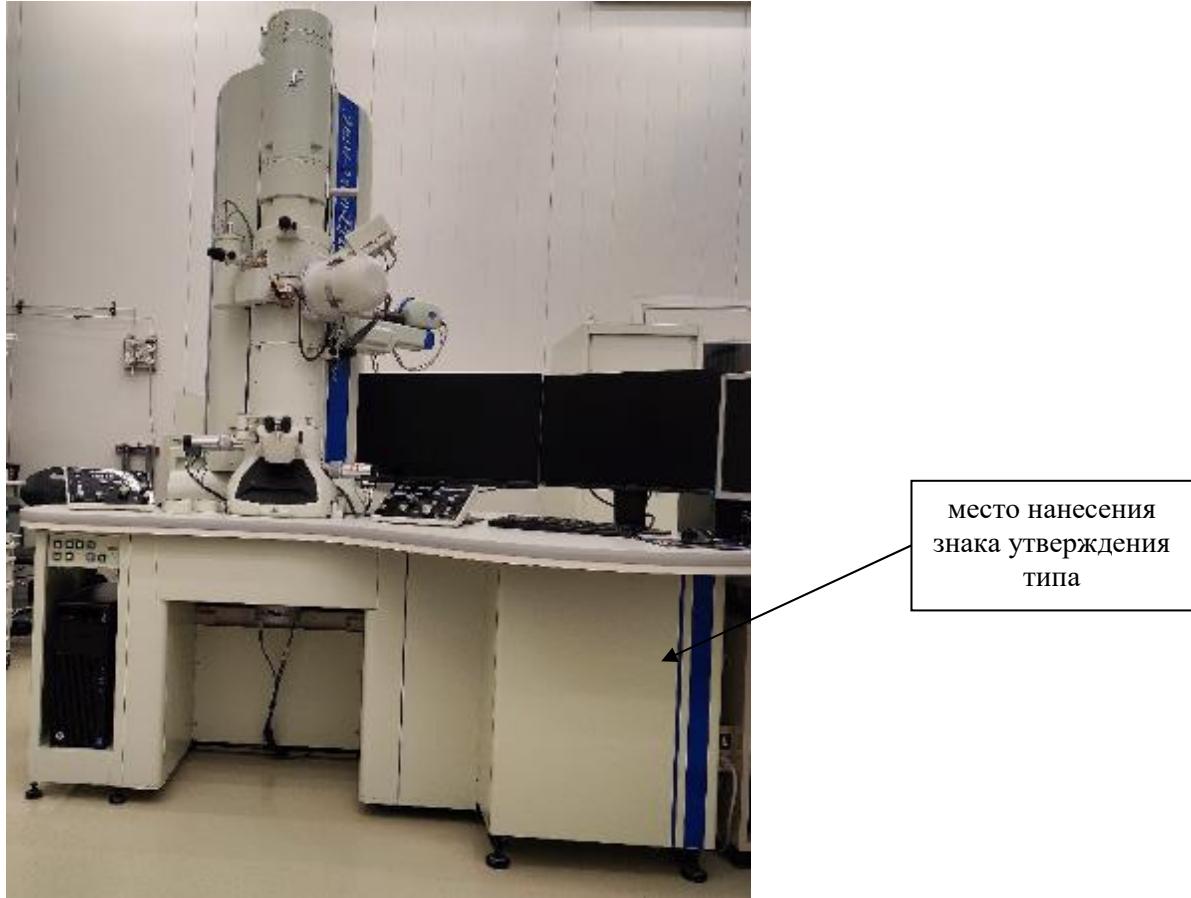


Рисунок 1 – Общий вид микроскопа просвечивающего электронного измерительного JEM-2100 Plus

Место установки шильдика с заводским номером приведено на рисунке 2

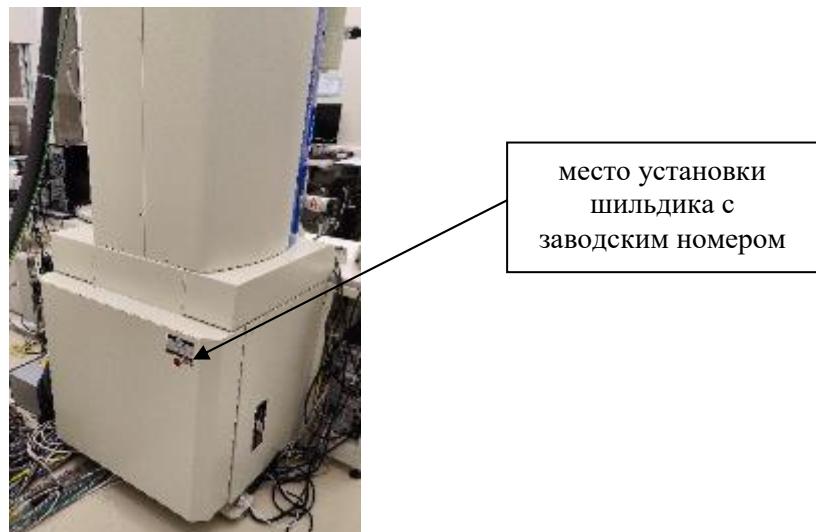


Рисунок 2 – Место установки шильдика с заводским номером

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) «TEM Center» является специализированным ПО и предназначено для управления всеми функциями микроскопа, включая перемещение образца, фокусировку, коррекцию астигматизма, управление вакуумной системой, контроль и формирование изображения с детектора. Также ПО «TEM Center» позволяет управлять ЭДС спектрометром и проводить качественный и количественный анализ спектров характеристического рентгеновского излучения, получаемого из измерительного тракта детектора рентгеновского излучения.

Программное обеспечение (ПО) «RADIUS» является специализированным ПО и предназначено для управления цифровой ПЗС-камерой. Также ПО «RADIUS» позволяет формировать, обрабатывать и анализировать изображения, получаемые с камеры.

ПО «TEM Center» и «RADIUS» не могут быть использованы отдельно от микроскопа. Метрологически значимая часть ПО микроскопа, цифровой камеры и измеренные данные достаточно защищены с помощью специальных средств защиты от преднамеренных изменений.

Идентификационные данные (признаки) ПО указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	TEM Center	RADIUS
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.7.6.1591	1.4
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-	-

Уровень защиты ПО соответствует уровню «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 50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров при ускоряющем напряжении 200 кВ, нм (L – линейный размер, нм)	$\pm(0,3+0,03 \cdot L)$
Энергетическое разрешение энергодисперсионного спектрометра на линии К α марганца, эВ, не более	136

Таблица 3 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры основных составных частей (ширина×глубина×высота), мм, не более:	
– модуль получения изображений	2040×1800×2440
– источник высокого напряжения	880×690×1400
– блок электроники	570×800×1750
Условия эксплуатации:	
- температура окружающей среды, °С	от +18 до +22
- относительная влажность воздуха, %, не более	80
Напряжение питания от однофазной сети переменного тока частотой 50 Гц, В	от 205 до 255

Знак утверждения типа

Наносится на боковую панель модуля получения изображений в виде наклейки и на титульный лист Руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Микроскоп просвечивающий электронный измерительный	JEM-2100 Plus	1 шт.
Руководство по эксплуатации	-	1 экз.
Методика поверки	-	1 экз.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в документе «Микроскоп просвечивающий электронный измерительный JEM-2100 Plus. Руководство по эксплуатации», раздел 5 «Работа с микроскопом».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Локальная поверочная схема.

Правообладатель

Фирма «JEOL Ltd.», Япония.

Адрес: 1-2 Musashino 3-chome, Akishima, Tokyo, 196-8558, Japan

Тел.: 042-542-2187

Факс: +44(0)1223 401 501

Web-сайт: www.jeol.co.jp

Изготовитель

Фирма «JEOL Ltd.», Япония.

Адрес: 1-2 Musashino 3-chome, Akishima, Tokyo, 196-8558, Japan

Тел.: 042-542-2187

Факс: +44(0)1223 401 501

Web-сайт: www.jeol.co.jp

Испытательный центр

Акционерное общество «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума» (АО «НИЦПВ»)

Адрес: 119421, г. Москва, ул. Новаторов, д. 40, к. 1

Тел./Факс: (495) 935-97-77

E-mail: nicpv@mail.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.314803.

