

**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 LaB<sub>6</sub>. 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 № EM1753000180018 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.

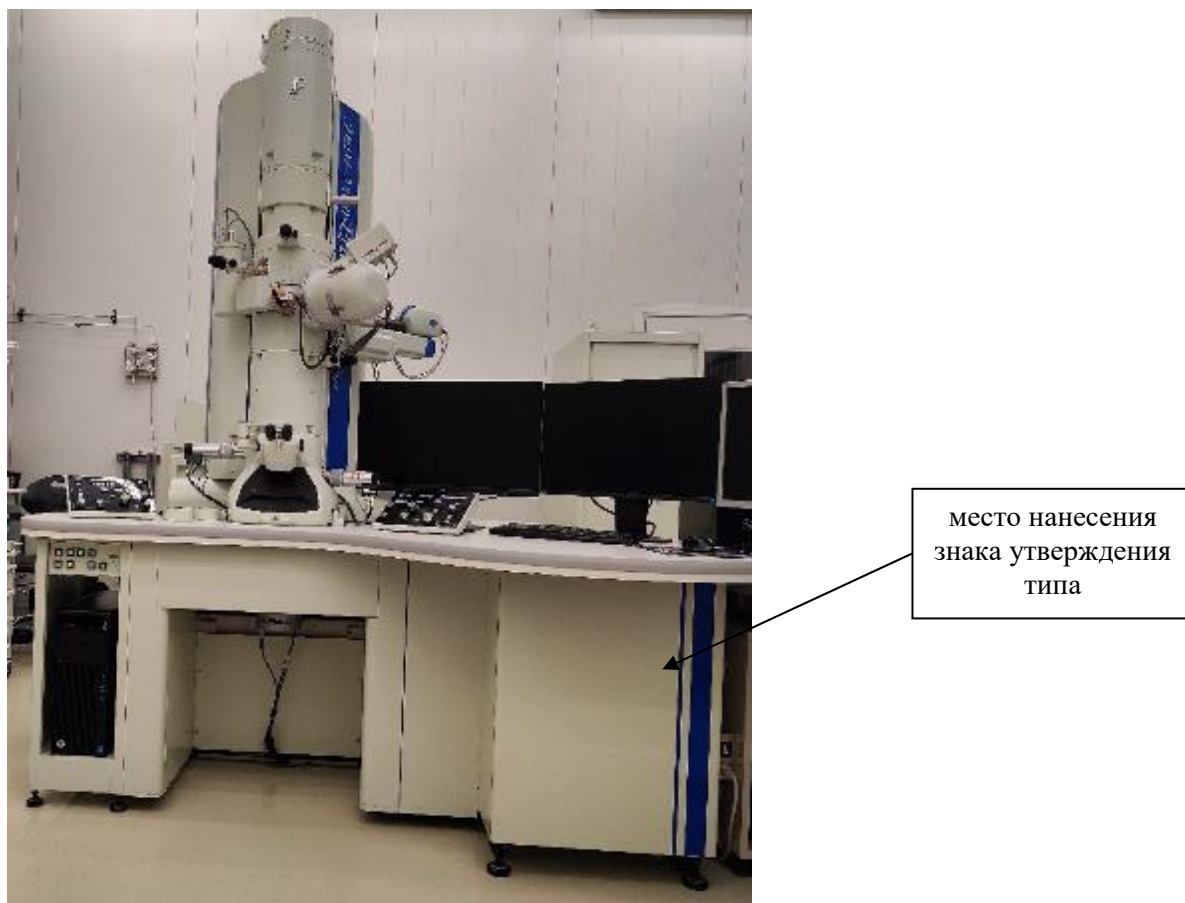


Рисунок 1 – Общий вид микроскопа просвечивающего электронного измерительного JEM-2100 Plus

Место установки шильдика с заводским номером приведено на рисунке 2

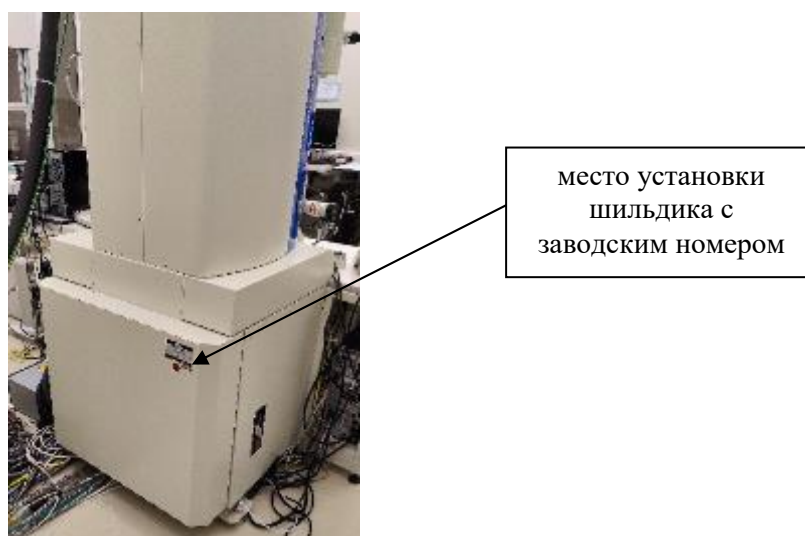


Рисунок 2 – Место установки шильдика с заводским номером

## 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 $K\alpha$ 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 – источник высокого напряжения – блок электроники	2040×1800×2440 880×690×1400 570×800×1750
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха, %, не более	от +18 до +22 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](http://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](http://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](mailto:nicpv@mail.ru)

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

