

Настольные сканирующие электронные микроскопы



Настольные СЭМ Thermo Scientific Phenom

Самые быстрые, эффективные и универсальные настольные сканирующие электронные микроскопы (СЭМ) с непревзойденными характеристиками

Уникальная конструкция позволяет применять настольный сканирующий электронный микроскоп Phenom для решения большого числа разнообразных задач материаловедения, контроля качества на производстве, криминалистики, фармацевтики, научно-исследовательских задач и для обучения специалистов.

Управление посредством поворотной кнопки обеспечивает удобную и быструю работу, а также точную навигацию. Переключение в электронный режим полностью автоматизировано и происходит при нажатии всего лишь одной кнопки. Для последующей работы и анализа полученные изображения можно сохранять на флеш-карту памяти USB или на рабочий компьютер. Благодаря применению новой запатентованной технологии уже через 30 секунд после загрузки образца можно получить изображение в электронах и приступить к работе.

Использование специализированных держателей для токонепроводящих образцов устраняет необходимость в дополнительной пробоподготовке. Кроме того, в таком случае исследуется истинная структура образца, а не напыленного покрытия.

Применение четырехсегментного детектора обратно рассеянных электронов позволяет получать изображения как в композиционном (стандартное изображение), так и в топографическом (рельеф поверхности) режимах. Высокая яркость, длительный срок службы источника CeB_6 (гексаборид церия) и запатентованная система быстрой загрузки образцов обеспечивают оператору свободный доступ к широким возможностям. Это оптимизированная по своим характеристикам система, дающая лучшее отображение результата в своем классе.

Интегрированная система энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС) модели Phenom ProX, а также опционально устанавливаемая в другие модели Phenom, позволяет проводить анализ химического состава образцов.

Система проста в управлении и имеет дружелюбный интерфейс. Два дополнительных окна для навигации существенно упрощают работу, особенно при больших увеличениях. Уже через 10 минут обучения начинающие пользователи могут получать изображения с высоким разрешением.

Новейшие разработки, такие как точное центрирование элементов изображения при высоких увеличениях за счет перемещения сканирующего луча, а не столика, а также наличие ограничителя высоты загружаемых образцов, обеспечивают еще большее удобство в работе с прибором и увеличение срока службы его элементов.



Thermo Scientific Phenom Pharos



Phenom Pharos — настольный СЭМ (сканирующий электронный микроскоп) с источником с полевой эмиссией, катодом Шоттки FEG, который обеспечивает четкие изображения с высокой яркостью и включает все преимущества FEG-источника для всех задач. Он так же прост в эксплуатации, как и другие модели Phenom, начиная с первоначальной установки и заканчивая фактическим использованием благодаря интуитивно понятному дизайну. Современная аппаратная начинка и эргономичная конструкция, а также высокочувствительные детекторы обеспечивают быстрое время получения изображения и легкую, надежную обработку результатов.

Изображения с высокой яркостью

Сканирующий электронный микроскоп Phenom Pharos спроектирован таким образом, что процесс работы с FEG-источником, а значит, и с изображениями с высокой яркостью и четкостью, является максимально простым и может проводиться любым поль-

зователем. Каждое действие легко и интуитивно понятно и обеспечивает полнофункциональную работу с FEG СЭМ, используя встроенный детектор обратно рассеянных электронов (BSD). Варианты комплектации включают установку детектора вторичных электронов (SED) и/или энергодисперсионный рентгеновский детектор (EDX), а также продвинутое аналитическое программное обеспечение.

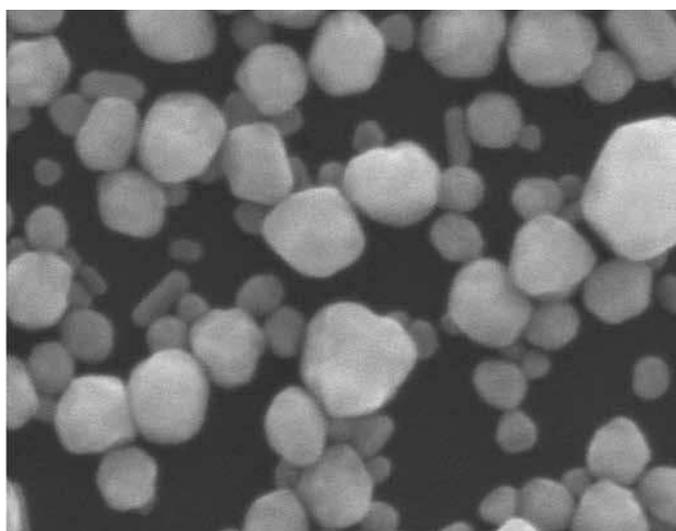
Легко и быстро

Процесс установки также прост. Для размещения Phenom Pharos требуется только прочный стол и обычная розетка.

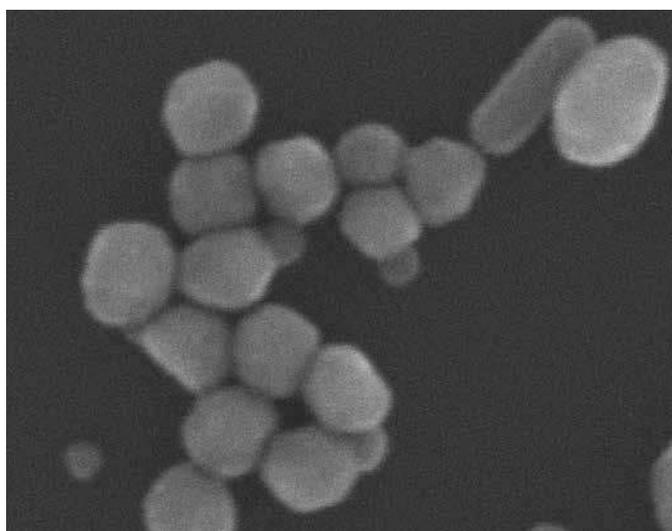
Технические характеристики

Источник электронов	Катод Шоттки с полевой эмиссией (FEG)
Максимальное увеличение СЭМ	1 000 000 x
Ускоряющее напряжение	2–15 кВ
Разрешение	<ul style="list-style-type: none">• <3 нм при 15 кВ• 10 нм при 3 кВ
Размеры образца (максимально возможные)	<ul style="list-style-type: none">• До 25 мм (диаметр) / 32 мм (диаметр залитого в смолу)• До 100 мм (высота)
Стол для установки образцов	Моторизованное перемещение по X Y, 18 мм x 18 мм
Детекторы	<ul style="list-style-type: none">• Базово установлен четырехсегментный детектор обратно рассеянных электронов• Опционально дооснащается детектором вторичных электронов и/или детектором для определения элементного состава (ЭДС)

Сравнение изображений, полученных на Phenom Pharos (рисунок слева) и настольного СЭМ с вольфрамовым катодом (рисунок справа), что подтверждает эффективность и высокую производительность настольных СЭМ Phenom Pharos по сравнению с настольными СЭМ.



Наночастицы серебра 15 кВ, 200 000 x (вторичные эл.)



Наночастицы серебра 30 кВ, 200 000 x (вторичные эл.)

Thermo Scientific Phenom Pure/Pro/ProX

Phenom Pure



Компактный размер позволяет установить электронный микроскоп в ограниченном пространстве, в любом помещении, а оптическая цифровая навигационная камера, моторизованный предметный стол и дружелюбный интерфейс упростят задачу и помогут в исследовании интересующей области на различных образцах без необходимости нанесения проводящего слоя.

Phenom Pro/ProX

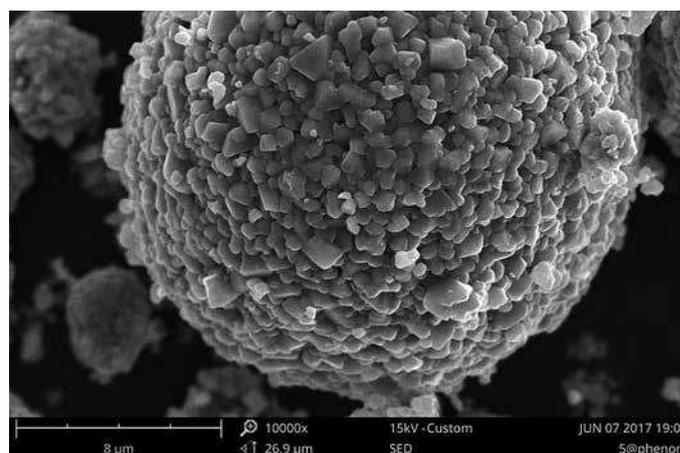


Микроскопы Phenom серии Pro/ProX предназначены для исследования практически любых образцов и подходят для работы как с проводящими, так и с непроводящими образцами. Версия ProX в базовом исполнении отличается от Pro встроенным детектором ЭДС и вспомогательным компьютером с ProSuite. Впоследствии Pro может быть дооснащен и улучшен до версии ProX.

Технические характеристики	Phenom Pure	Phenom Pro/ProX
Источник электронов	Термоэлектронный источник на основе гексаборида церия (CeB_6) с долгим временем жизни	
Максимальное увеличение СЭМ	65 000x	150 000x
Ускоряющее напряжение	5 кВ–10 кВ	5 кВ–15 кВ, (опционально 20 кВ)
Разрешение	25 нм	8 нм (SE), 10 нм (BSE)
Размеры образца (максимально возможные)	<ul style="list-style-type: none"> До 25 мм (диаметр) / 32 мм (диаметр залитого в смолу) До 100 мм (высота) 	
Стол для установки образцов	Моторизованное перемещение по X Y, 18 мм x 18 мм	
Детекторы	<ul style="list-style-type: none"> Базово установлен четырехсегментный детектор обратно рассеянных электронов Опционально дооснащается детектором вторичных электронов и/или детектором для определения элементного состава (ЭДС) 	



Интерфейс пользователя



Частицы катода батареи

Thermo Scientific Phenom XL



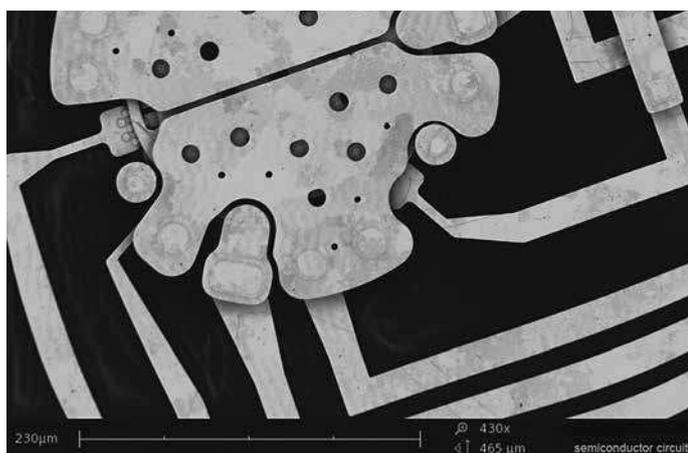
Специально разработанная модель настольного электронного микроскопа, адаптированная для исследования больших образцов или установки до 36 стандартных столиков одновременно. В Phenom XL по умолчанию установлен детектор обратно рассеянных электронов, а также опционально устанавливаются детектор вторичных электронов и ЭДС-детектор для определения химического состава. Дополнительные столики, такие как моторизованный эвцентрический стол для поворота, перемещения и наклона образца (до 90°) и столик для испытаний на растяжение/сжатие, позволяют расширить аналитические возможности микроскопа.

Технические характеристики

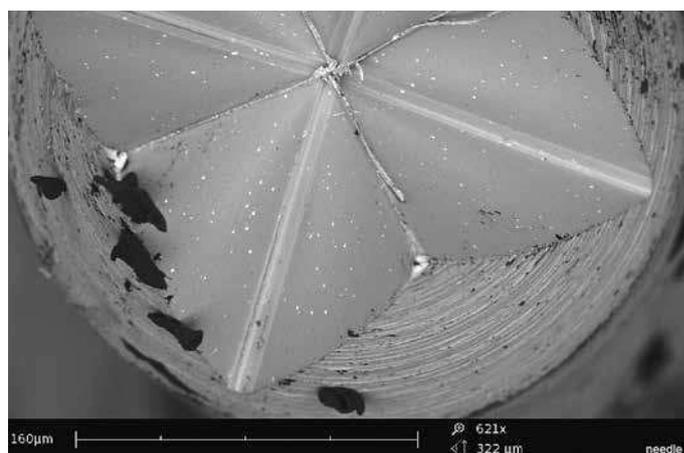
Источник электронов	Термоэлектронный источник на основе гексаборида церия (CeB_6) с долгим временем жизни
Максимальное увеличение СЭМ	100 000x
Ускоряющее напряжение	5 кВ–20 кВ
Разрешение	14 нм
Размеры образца (максимально возможные)	<ul style="list-style-type: none">До 100 мм (диаметр/квадрат)До 65 мм (высота)
Стол для установки образцов	Моторизованное перемещение по X Y, 50x50 мм (опционально 100x100 мм)
Детекторы	<ul style="list-style-type: none">Базово установлен четырехсегментный детектор обратно рассеянных электроновОпционально дооснащается детектором вторичных электронов и/или детектором для определения элементного состава (ЭДС)

Моторизованный эвцентрический стол

Эвцентрический держатель образцов специально разработан с учетом того, что во многих приложениях СЭМ пользователю, чтобы лучше понять свойства образца, требуется этот образец наклонить и повернуть. В корпус стандартного держателя образцов для Phenom XL встроен полностью моторизованный эвцентрический столик, который позволяет быстро и безопасно смотреть на образец со всех сторон.



Микроэлектроника



Поверхность обработанной детали

Программное обеспечение ProSuite для СЭМ Phenom



Программный пакет автоматизированных решений Pro Suite для Phenom базово включает набор специальных прикладных программ, позволяющих выделить максимум информации из изображения. Таким образом, практически все свойства образцов могут быть изучены с помощью системы Phenom, укомплектованной программным пакетом Pro Suite.



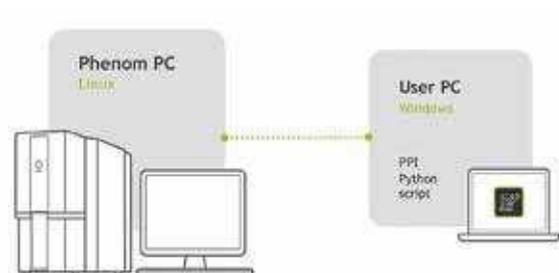
Automated Image Mapping — получение панорамных изображений

Программа позволяет пользователям автоматически соединить несколько изображений с высоким разрешением в одно большое панорамное изображение (максимальное поле зрения — 8,07 мм). После определения интересующей области программа начинает сканирование при требуемом увеличении и разрешении. Изображения составляются в одно большое общее изображение, по которому можно перемещаться для автоматизированного сбора информации или детального исследования поверхности без использования Phenom.



Time-lapse recorder — создание видеофайлов из серии снимков

С помощью данного программного дополнения пользователь может самостоятельно создать видеofilмы, изучая какой-либо объект или проводя динамические испытания внутри микроскопа. Программа делает серию снимков с заданным качеством и через регулируемый промежуток времени, а затем склеивает их в один видеоряд. На выходе получаются наглядные видеоролики, демонстрирующие процесс исследования.



Remote User Interface — интерфейс удаленного доступа

Программа предназначена для удаленной работы на Phenom. Позволяет осуществлять взаимодействие коллегам, находящимся на расстоянии друг от друга. Можно получать изображения образцов, сохранять их на USB-устройстве, сетевом диске или локальном диске. Идеальное решение для демонстрации результатов в реальном времени во время презентации при отсутствии прямого доступа к Phenom. По вашему усмотрению интерфейс может позволять службе поддержки удаленно производить необходимые настройки для оптимизации работы на микроскопе.

Элементный анализ



Для работы со встроенным ЭДС-детектором используется специализированное программное обеспечение. Программный пакет для определения элементного состава в точке (Element Identification) входит в комплект поставки микроскопа Phenom ProX. Опционально доступно программное обеспечение для рентгеновского картирования и определения элементного состава по линии (Elemental Mapping & Line Scan). Алгоритм построения карты распределения элементов в реальном времени позволяет пользователю редактировать список определяемых элементов в любой момент во время или после процесса сканирования образца.

Новые функции элементного анализа:

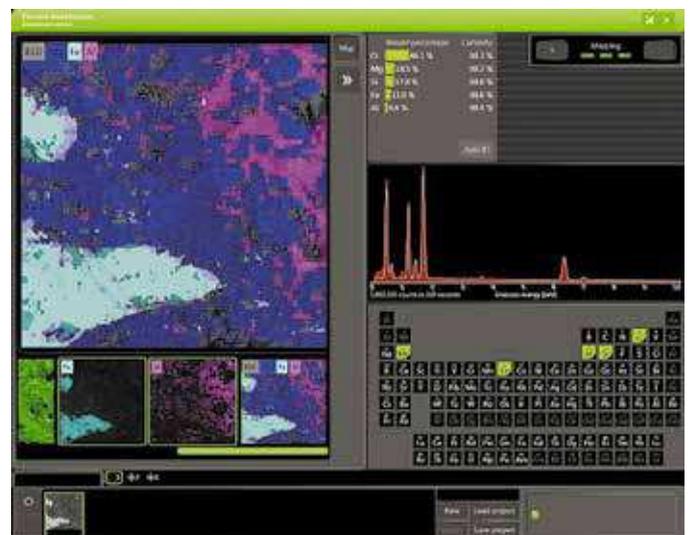
- возможность выбора нескольких спектров для проведения сравнения или вычитания;
- автоматический расчет заданных оксидов.

Характеристики режима рентгеновского картирования:

- возможность выбора до 10 элементов для картирования (карта строится по каждому элементу в отдельности);
- коррекция дрейфа во время картирования;
- суммирование спектров с выбранной области готовой карты;
- сохраняется также изображение, полученное с помощью детектора обратнорассеянных электронов, и изображение, содержащее информацию обо всех элементах;
- сохраняется информация о спектре материала в каждой точке;
- время получения информации об элементном составе в отдельной точке — 10–250 мс;
- разрешение задается пользователем;
- возможность проведения элементного анализа в выделенной прямоугольной области и по линии.

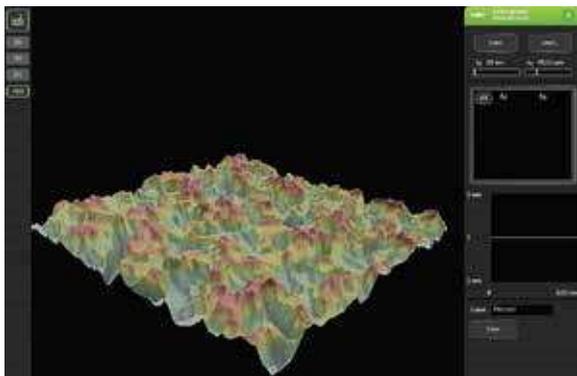
Рентгеновское картирование дает пользователю представление о распределении элементов по всей площади образца, что может быть полезно:

- для оценки состава смеси материалов;
- определения состава слоев в образцах с покрытиями;
- оценки диффузии в материалах;
- исследований в криминалистике.



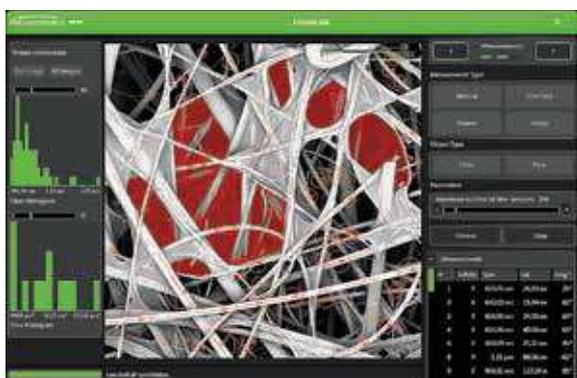
Рентгеновское картирование (Elemental Mapping)

Дополнительное специализированное программное обеспечение для ProSuite



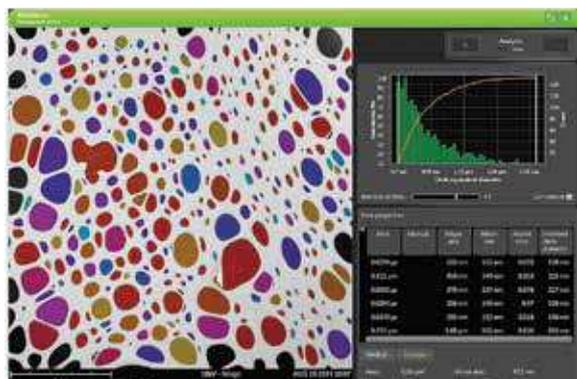
3D Roughness Reconstruction — измерение шероховатости и получение трехмерных объектов.

- Автоматическое измерение параметров шероховатости Ra и Rz.
- Получение 2D- или 3D-изображений с цветной картой высот.
- Фильтры обработки изображения.
- Статистика.
- Построение профиля по высоте и по плоскости.
- Поле зрения от 2 мм до 10 мкм.



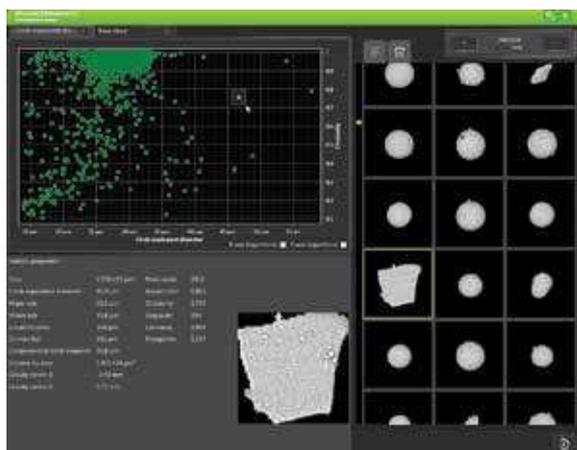
Fibermetric — измерение микро- и нановолокон.

- Автоматический анализ толщины волокон в диапазоне от 40 мкм до 100 нм.
- Количество измерений на одном изображении от 1 до 1000.
- Сбор статистических данных осуществляется быстро и автоматически.
- Отсутствие влияния человеческого фактора.
- Анализ сшитых изображений, полученных с помощью Automated Image Mapping.



PoroMetric — полностью автоматизированные измерения размеров пор в таких образцах, как фильтры и мембраны.

- Диапазон размеров пор от 100 нм до 0,1 мм.
- Получение данных по 1000 пор в минуту.
- Пользователь имеет возможность получить информацию по каждой отдельной частице и выбрать, включить ее в выборку или нет.



ParticleMetric — измерение размеров и формы частиц.

- Автоматическое получение информации о морфологии и размерах частиц, последующий анализ с построением графиков и диаграмм.
- Размер анализируемых частиц от 100 нм до 0,1 мм (интервал может задаваться пользователем).
- Обработка до 1000 частиц в минуту.
- Идеальный результат достигается при использовании для подготовки образца диспергатора Nebula I.

Дополнительное оборудование и автоматизация



Диспергатор частиц Nebula I

Nebula I — диспергатор частиц — приспособление для подготовки порошкообразных образцов к исследованию на электронном микроскопе. Позволяет получить образец для оптимального результата количественного обсчета и сбора статистики. Диспергатор распределяет и осаждает частицы порошка равномерно на поверхности углеродного токопроводящего скотча в один слой без образования агломератов частиц или разрушения хрупких частиц.

Диспергатор прост в использовании и дает наилучший результат в комбинации с программным обеспечением ParticleMetric.

- Размер частиц: 0,1–1500 мкм.
- Уровень вакуума: 0–0,8 бара.

Программный интерфейс Phenom (PPI) — незаменимое приобретение для клиентов, желающих интегрировать настольный сканирующий электронный микроскоп Phenom в производственный процесс или адаптировать под свои задачи. PPI позволяет контролировать любой блок микроскопа, в т. ч. осуществлять управление предметным столиком и камерой. PPI работает через сетевой интерфейс Phenom.



Комбинированное изображение BSE/SED

Микширование изображений, полученных с детекторов вторичных и обратнорассеянных электронов BSD/SED, — объедините изображения SED и BSD с вашего образца, чтобы получить материальный и топографический контраст одновременно, на одном изображении.

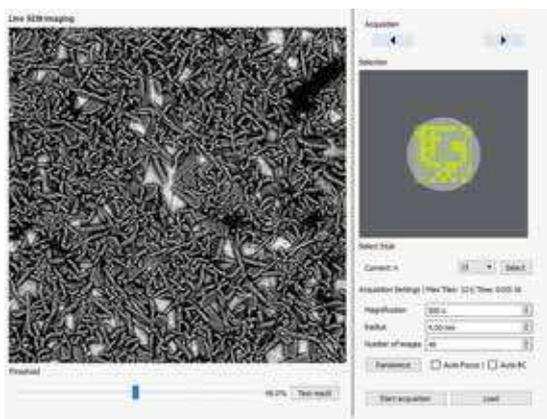
PPA: автоматизация процессов Phenom

Специальное решение для интеграции СЭМ Phenom в ваш рабочий процесс.

Используя широкие возможности PPI, мы можем разработать индивидуальное прикладное программное обеспечение для автоматизации процессов. С помощью этих инструментов можно автоматизировать многие этапы работы, такие как получение изображений и навигация по образцам. Кроме того, реализация обработки изображений после сбора данных облегчает анализ и количественное определение свойств ваших образцов.

Примеры автоматизации

- Получать изображения на определенных участках (нескольких) образцов.
- Поиск и выбор структур на основе морфологии или структуры.
- Вычислить индикаторы качества из изображений SEM.
- Создание отчетов по результатам анализа.



Пример интерфейса Phenom PPA для анализа качества покрытий

Держатели образцов для Phenom Pure/Pro/ProX/Pharos

Стандартный держатель образцов



Держатель предназначен для образцов различной произвольной формы. Образцы фиксируются на предметном столике. Диаметр образцов до 25 мм, высота до 30 мм.



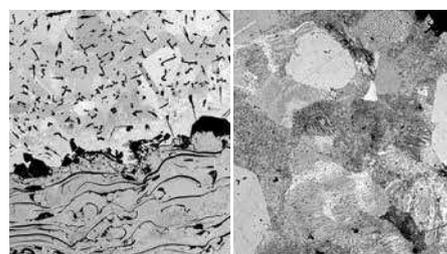
Изломы

Порошки

Держатель для материалографических образцов (шлифов)



Держатель предназначен для материалографических шлифов диаметром до 32 мм и высотой до 30 мм.



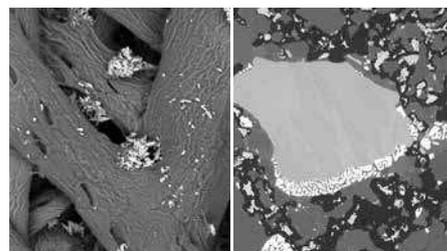
Стали

Чугуны

Держатель для токонепроводящих образцов



Держатель предназначен для образцов различной формы. Образцы фиксируются на предметном столике. Диаметр образцов до 25 мм, высота до 30 мм. Наличие такого держателя устраняет потребность в дополнительной пробоподготовке токонепроводящих образцов.



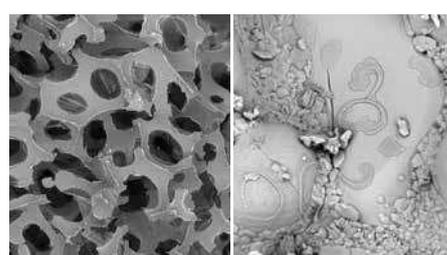
Бумага

Керамика

Держатель для токонепроводящих материалографических образцов (шлифов)



Держатель предназначен для токонепроводящих материалографических шлифов диаметром до 32 мм и высотой до 30 мм. Наличие такого держателя устраняет потребность в дополнительной пробоподготовке токонепроводящих материалографических образцов (шлифов).



Полимеры

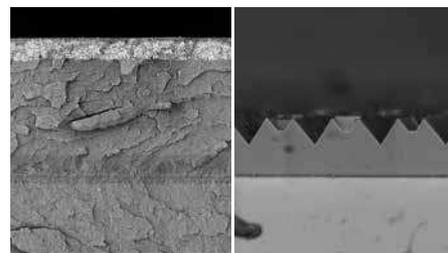
Стекло

Держатели образцов для Phenom Pure/Pro/ProX/Pharos

Вставка для изучения поперечного сечения образца



Вставка предназначена для изучения образцов с покрытиями, многослойных образцов и т. п. Специальный механизм крепления позволяет фиксировать образцы без привинчивания или использования дополнительных инструментов и принадлежностей. Устанавливается в держатель для материалографических образцов.



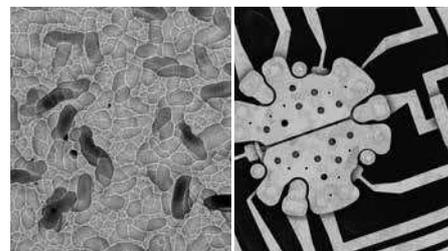
Срез

Сечение

Вставка для изучения плоских и тонких образцов



Вставка предназначена для изучения небольших плоских и тонких образцов: металлических и диэлектрических образцов, полупроводников, микроэлектронных компонентов, фотоэлементов солнечных батарей. Уникальный механизм крепления обеспечивает фиксацию образца без приклеивания или контакта с поверхностью. Устанавливается в держатель для материалографических образцов.



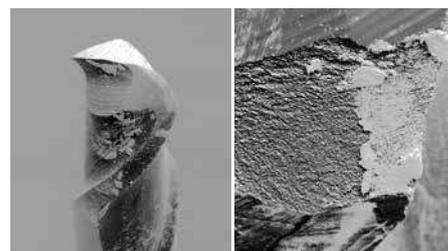
Фотоэлемент

Электроника

Держатель для микроинструмента и вытянутых образцов



- Диаметр образца до 10 мм.
- Длина образца до 100 мм.
- Возможность наклона и вращения образца во время работы.
- Угол наклона образца: от -5 до $+40^\circ$.
- Угол поворота образца: от $+35$ до -35° .

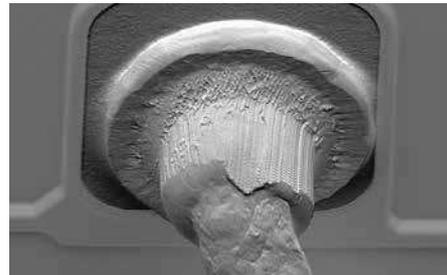


Сверло под углом 35°

Режущая кромка

Держатели образцов для Phenom Pure/Pro/ProX/Pharos

Моторизованный держатель с возможностью наклона и вращения образца



Вид сверху

Вид под углом 45°

Предназначен для исследования образцов с отверстиями, имеющими рельеф, или многослойных структур.

- Угол наклона образца: от -10 до $+45^\circ$, с шагом $0,2^\circ$.
- Угол поворота образца: непрерывно на 360° , с шагом $0,2^\circ$.
- Диаметр образца до 12 мм.
- Высота образца до 5 мм.
- Масса образца до 60 г.
- Высокий вакуум.

Держатель с возможностью нагрева и охлаждения образцов



Предназначен для исследования образцов, содержащих влагу, замороженных, активных при комнатной температуре, чувствительных к нагреву электронным пучком. Позволяет уменьшить тепловое воздействие электронного пучка на исследуемый образец. Обеспечивает возможность исследования чувствительных к вакууму биологических образцов. Исследуется истинная структура образцов. Держатель совместим с моторизацией предметного стола. Комплект включает держатель, панель управления температурой и блок охлаждения.

Технические характеристики

Диапазон температур	-25 до $+50$ °C
Контроль температуры	Контроллер для изменения температуры с отображением актуальной температуры
Точность	$\pm 1,5$ °C
Отображение температуры	До $0,1$ °C
Максимальная скорость охлаждения	До 20 °C/мин
Максимальное расстояние до охлаждающего блока	1,2 м
Размер образца	25 мм диаметр и до 5 мм высота
Рабочий уровень вакуума	Режим работы с непроводящими образцами
Размеры и вес	Чиллер (Ш x Г x В) 300 x 310 x 340 мм, 15 кг Держатель (Ш x Г x В) 60 x 100 x 70 мм, 0,8 кг
Мощность	160 Вт

Держатели образцов для Phenom Pure/Pro/ProX/Pharos



Держатель образцов керна

Видоизмененный держатель для шлифов (увеличен в длину). Разработан специально для образцов керна диаметром 25 мм и длиной до 70 мм (типичные образцы керна имеют длину порядка 5 см). Образцы керна исследуются с помощью СЭМ на наличие ископаемых, минералов, пор. Например, частицы глины в порах могут препятствовать прохождению потока жидкости.



Держатель для подачи напряжения на образец

Держатель образцов Thermo Scientific™ Phenom Electric Feedthrough позволяет пользователям подключать электрические зонды к образцу для измерений внутри электронного микроскопа.

6 быстросъемных контактов могут использоваться для считывания различных сигналов, а также подачи напряжения и тока, которые должны быть применены к образцу одновременно, в то время как образец наблюдается в СЭМ.

Блок управления держателя с разъемом RS323 позволяет подключаться напрямую, минуя защитную дверцу микроскопа, и напрямую подключен к контактам в держателе образца. Благодаря уникальной концепции держателя для начала работы и получения изображения не требуется никаких изменений в архитектуре микроскопа Phenom.

Образец может быть отрегулирован по высоте от 0 до 25 мм вручную, чтобы разместить широкий выбор образцов на 12-миллиметровом столике.

Технические характеристики

Функции	<ul style="list-style-type: none">Активация устройств МЭМСИзмерение тока зонда
Контакты	6 + 1 земля, Ø 1 мм
Ток	Максимально до 1 А
Напряжение	Мах. 50 В, постоянный ток
Размер образца	<ul style="list-style-type: none">12 мм, 25 мм высота

Аксессуары для Phenom XL



Эвцентрический стол для Phenom XL

Эвцентрический столик

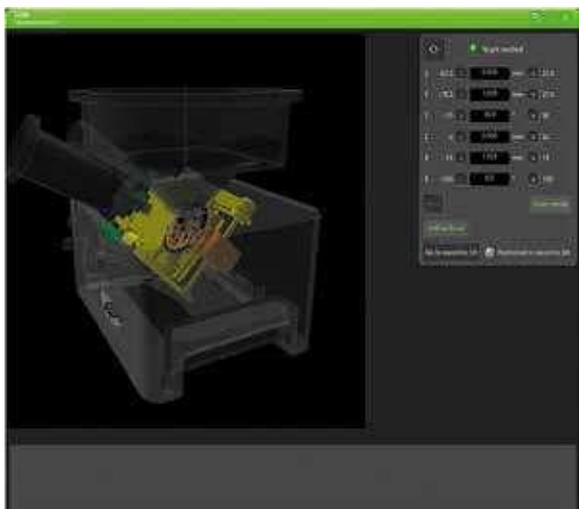
Реализуется в стандартном держателе для Phenom XL и может быть сразу загружен в микроскоп.

Ключевые особенности

- Держатель образцов с эвцентрическим наклоном и вращением для Phenom XL.
- Позволяет производить моторизованное перемещение образца в четырех осях: Z (высота), R (вращение), T (наклон) и X' (доп.).
- Основной столик добавляет перемещение по X и Y.
- Наклон столика: от -15 до $+90^\circ$.
- Вращение 360° .
- Максимальный размер образца зависит от требуемого максимального угла наклона образца. Диаметр до 70 мм, высота до 35 мм.

Безопасность

- Нет внутренней инфракрасной камеры — оператору нет необходимости постоянно визуалью через ИК-камеру «угадывать» допустимые безопасное перемещение / наклон.
- Нет «тач аларма» — то же, что и с парковкой автомобиля: если вы уже коснулись чего-то бампером, то уже поздно. Интерактивная 3D-визуализация камеры и положения образца наглядно показывает позицию образца, программа сама контролирует и оберегает образец от столкновения с элементами микроскопа, находящимися внутри камеры.

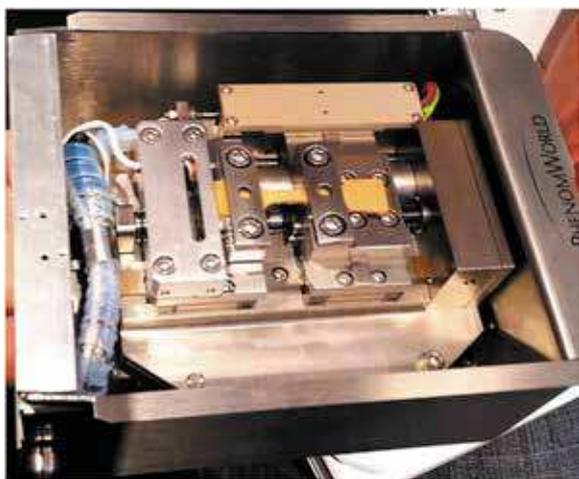


Окно интерфейса Phenom для визуализации положения образца

Столик для проведения испытаний на растяжение/сжатие

Технические характеристики

- Растяжение и сжатие.
- Двигаются оба зажима.
- Зажимы для зубчатых и плоских образцов.
- Максимальная нагрузка: 1000 Н.
- Диапазон скоростей: от 0,1 мм/мин до 1 мм/сек.
- Перемещение: 10 мм.
- Ход поршня: от 10 до 20 мм.
- Позиционное разрешение: 300 нм.
- Точность позиционирования: до 1% от общего смещения.
- Программное управление с графическим интерфейсом и возможностью создания графиков данных.
- Можно задавать либо нагрузку, либо время, либо расстояние для проведения испытаний.
- Возможность работы вне камеры микроскопа.



Стол для испытаний на растяжение /сжатие

Вставки для Phenom XL для работы с залитыми в смолу образцами



Антивибрационная платформа

Чтобы позволить проводить анализ на СЭМ даже в сложных условиях с сильными механическими вибрациями, Phenom-World разработала платформу для изоляции вибраций. Эта платформа специально разработана для Phenom XL одним из наших ведущих мировых партнеров в области мехатроники. Его демпфирующие характеристики оптимизированы для распределения веса и собственных частот XL, обеспечивая оптимальное качество изображения в менее идеальных условиях. Платформа виброизоляции для Phenom XL может устранить многие источники механических вибраций, включая промышленные (вибрация от оборудования), движение машин или стройплощадки.

Phenom XL на антивибрационной платформе

Уникальная концепция держателя залитых в смолу образцов

Заливка в смолу, резка и полировка являются распространенными методами, используемыми для создания плоских образцов для микроскопических исследований. Как правило, эти образцы заключены в смолу и могут иметь несколько диаметров стандартного размера.



Для зажима залитого образца диаметром 40 мм (1½") 4 шт.



Для зажима залитого образца диаметром 32 мм (1¼") 6 шт.



Для зажима залитого образца диаметром 25 мм (1") 9 шт.

При использовании вставок дно образца смолы не будет касаться поверхности держателя образца. Верхняя сторона образцов смолы будет идеально зажата на той же высоте внутри вставки, что позволяет одновременно получать изображения высокого разрешения и проводить анализ элементного состава.

Быстрая и простая установка фильтров для исследования в СЭМ

Образцы фильтра и мембраны, которые часто используются для анализа остатков фильтра и анализа асбеста, должны быть надежно и ровно установлены в систему СЭМ для корректного анализа.



Вставка для 9 фильтров диаметром 25 мм



Вставка для 4 фильтров диаметром 47 мм

Спецификация Phenom

	Phenom Pure	Phenom Pro/ProX	Phenom Pharos	Phenom XL
				
Параметры электронной оптики				
Источник электронов	Гексаборид Церия (CeB ₆)	Гексаборид Церия (CeB ₆)	Полевая эмиссия Шоттки (FEG)	Гексаборид Церия (CeB ₆)
Увеличение	70x–65 000x	80x–150 000x	80x–1 000 000x	80x–100 000x
Ускоряющее напряжение	5, 10 кВ	5, 10, 15, 20* кВ	5, 10, 15 кВ	5, 10, 15, 20 кВ
Максимальное разрешение	25 нм	8 нм	<3 нм	14 нм
Цифровое масштабирование (зум)	До 12x			
Детекторы	<ul style="list-style-type: none"> Высококчувствительный четырехсегментный детектор обратнорассеянных электронов (композиционный и топографический режимы) (BSE) Детектор вторичных электронов Эверхарта — Торнли (SE) 			
Оптическая цифровая навигационная камера				
Изображение	Черно-белая навигационная камера	Цветная цифровая навигационная камера, светлое поле и темное поле		
Увеличение	20x, фиксированное	20–135x		3–16x
Предметный столик (базовый)	Моторизованный по X, Y, управляется компьютером, ручная регулировка по Z			
Размер образца	Диаметр до 32 мм, высота до 30 мм для стандартных держателей. Возможно использование специальных держателей			В плоскости XY: до 100x100 мм (до 36 стандартных предметных столиков диаметром 12 мм), высота до 65 мм
Время загрузки образца				
До получения оптического изображения	<5 сек.			<5 сек.
До получения изображения в электронах	<30 сек.			<60 сек.
Разрешение изображения	456 x 456, 684 x 684, 1024 x 1024 и 2048 x 2048 пикселей			
Формат изображения	JPEG, TIFF, BMP			

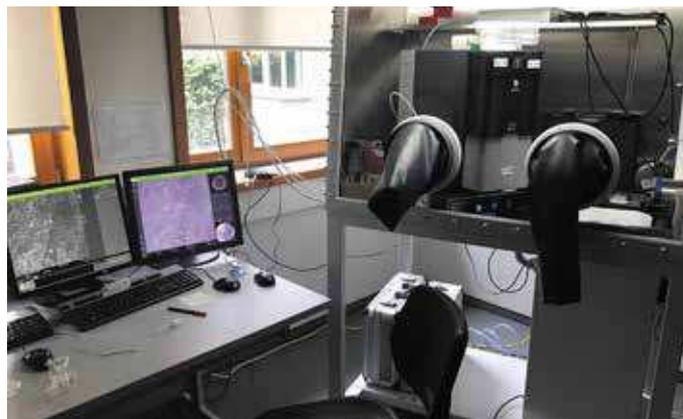
Спецификация Phenom

	Phenom Pure	Phenom Pro/ProX	Phenom Pharos	Phenom XL
Сохранение данных	Флеш-карта памяти USB 2.0 и/или сетевой диск или вспомогательный компьютер (Pro Suite)			
Получение элементного состава ЭДС (энергодисперсионная спектроскопия)				
Наличие	Опция	Pro — нет ProX — есть	Опция	Опция
Детектор	Кремниевый дрейфовый детектор SDD. Термоэлектрическое охлаждение без жидкого азота			
Активная площадь детектора	25 мм ²			
Окно детектора	Ультратонкое окно нитрида кремния Si ₃ N ₄ . Определение элементов от В (бора) до Am (америдия)			
Энергетическое разрешение	До ≤132 эВ Mn Ka			
Цифровой процессор	Многоканальный анализатор, 2048 каналов (энергия 10 эВ на канал). Скорость считывания 300 000 импульсов в секунду			
Способы элементного анализа	<ul style="list-style-type: none"> • Базово — анализ в точке, анализ по области • Опционально — анализ по линии, картирование по площади 			
Состав поставки	Модуль получения изображений, дисплей 19", поворотная кнопка для управления, мембранный вакуумный насос, источник питания, флеш-карта памяти USB 2.0			
Программное обеспечение Pro Suite	Опция	Pro — опция ProX — есть	Опция	Опция
Размеры и вес				
Модуль получения изображений	286 (Ш) x 566 (Г) x 495 (В) мм, 50 кг		286 (Ш) x 566 (Г) x 545 (В) мм, 53 кг	316 (Ш) x 587 (Г) x 625 (В) мм, 75 кг
Мембранный вакуумный насос	145 (Ш) x 220 (Г) x 213 (В) мм, 4,5 кг			
Источник питания	156 (Ш) x 300 (Г) x 74 (В) мм, 3 кг			
Монитор	375 (Ш) x 203 (Г) x 395 (В) мм, 7,9 кг			
Pro Suite	Монитор 19" с мини-ПК и сетевым маршрутизатором 375 (Ш) x 250 (Г) x 395 (В) мм, 9 кг			
Температура	15~30 °C (59~86 °F)			
Влажность	<80%			
Электропитание	110–240 В, одна фаза, 50/60 Гц, потребляемая мощность 300 Вт (макс.)			
Рекомендованный размер стола для установки прибора	120 x 75 см, рассчитанный на нагрузку 100 кг	150 x 75 см, рассчитанный на нагрузку 100 кг		150 x 75 см, рассчитанный на нагрузку 150 кг

Мобильная лаборатория Phenom и работа в инертной среде

Mobile Phenom — это специально разработанное решение, которое позволяет доставить микроскоп прямо туда, где он вам нужен. Это избавляет от необходимости полагаться на дорогостоящие аналитические центры или доставлять образцы с места сбора в лабораторию: с помощью мобильного сканирующего электронного микроскопа вы можете загрузить свой микроскоп в фургон и взять его с собой.

Использование Phenom в среде инертного газа — опция, позволяет устанавливать настольный СЭМ Phenom в перчаточный ящик в среду инертного газа, что открывает возможность исследовать образцы, которые разрушаются или портятся на воздухе. Сохраняется возможность получать изображения детектором обратнорассеянных электронов, а также проводить элементный анализ.



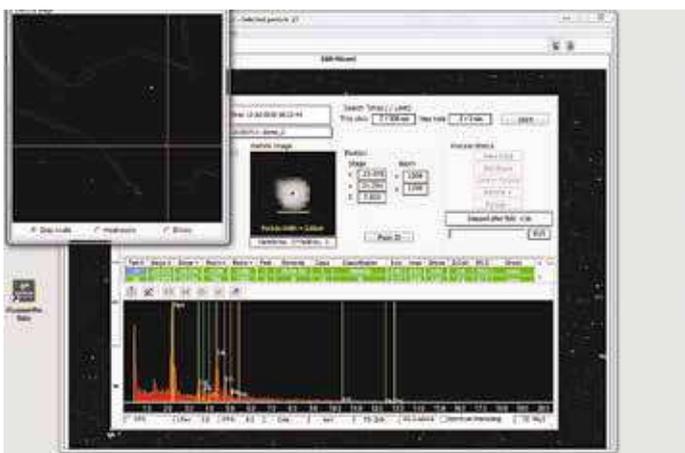
Автоматический анализ остатков выстрела (GSR) на настольном электронном микроскопе Phenom



Анализ остатков огнестрельного выстрела (GSR) играет важную роль в определении использования подозреваемым огнестрельного оружия. Установленные методы GSR-анализа основаны на использовании сканирующего электронного микроскопа (SEM), который используется для сканирования образца и обнаружения подозрительных частиц GSR. Если обнаружена подозрительная частица, для идентификации элементов в этой частице используется метод энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС). Наиболее распространенными критериями поиска являются наличие Pb, Sb и Ba. Однако также требуется обнаружение не содержащих свинца праймеров, таких как Ti и Zn.

Классификация программного обеспечения автоматического анализа остатков следов выстрела:

- четырехступенчатая процедура анализа;
- соответствует ASTM E1588–16;
- ≤98% попадания результата на плоскопараллельном образце GSR;
- соответствует рекомендациям ENFSI по лучшей практике 2006 г.;
- обширные возможности отчетности;
- поддержка ручного пересмотра и проверки частиц.



Некоторые данные по электронной микроскопии

Пространственное разрешение электронного луча в сканирующем электронном микроскопе

Обратнорассеянные электроны (BSE)

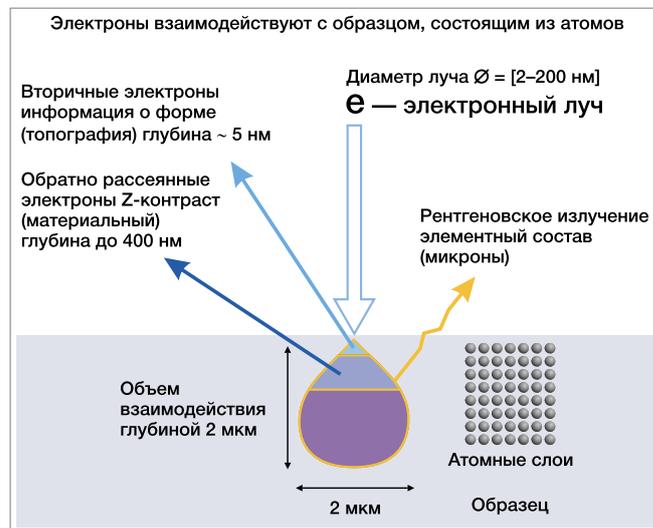
- Большой объем выхода, чем у вторичных SE, => меньше разрешение, чем у SE
- BSE имеют примерно такую же энергию, как первичные электроны, => легко обнаружить с помощью полупроводникового детектора
- Выход и контраст в основном зависят от атомного номера
- Z-контраст, материальный контраст

Вторичные электроны (SE)

- Меньший объем взаимодействия => выше разрешение, чем у BSE
- Имеют низкую энергию выхода (<50 эВ)
- Выход в основном зависит от топографии
- Топографический контраст

Рентген X-rays (EDS)

- Энергия фотона как «отпечаток пальца» атома
- Очень большой объем взаимодействия



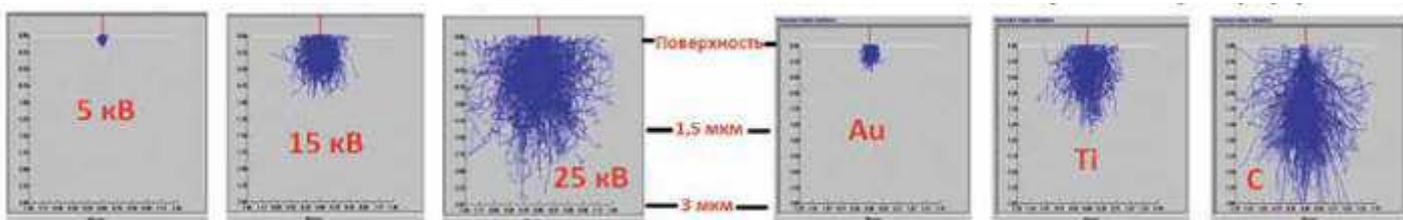
Пространственное разрешение электронов в СЭМ

Сравнение характеристик разных типов катодов

	Вольфрам (W)	CeB6	FEG
Яркость (A/cm ²)	100	1000	5000
Площадь излучателя источника	50–100 мкм (эллиптический)	25 мкм	100 нм
Время жизни (часы)	~100	1500+	10 000+
Вакуум (мбар)	10 ⁻¹ ~10 ⁻⁵	~10 ⁻⁷	~10 ⁻⁹
Разрешение 30 кВ	~4 нм	<3 нм	<2 нм
Разрешение 1 кВ	~50 нм	~25 нм	~5 нм
Стабильность	низкая	хорошая	отличная
Легкость замены	легко	легко	сложно
Стоимость	низкая	средняя	высокая
Рабочая температура (К)	2800	1850	1800
Разброс по энергии	2,5–3 эВ	1–1,5 эВ	0,3–0,5 эВ

Энергодисперсионный анализ — получение элементного состава

Результаты, получаемые с помощью детектора для элементного анализа (ЭДС), зависят от нескольких факторов, следует учитывать, что при изменении ускоряющего напряжения или при работе с разными материалами область взаимодействия электронного луча с материалом, а значит, и объем, из которого будет выходить рентгеновское излучение, будет разным.



Область взаимодействия электронного луча в зависимости от ускоряющего напряжения

Область взаимодействия электронного луча в зависимости от материала образца (при 10 кВ)