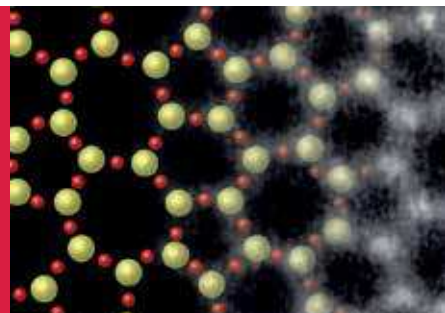


# Электронные микроскопы

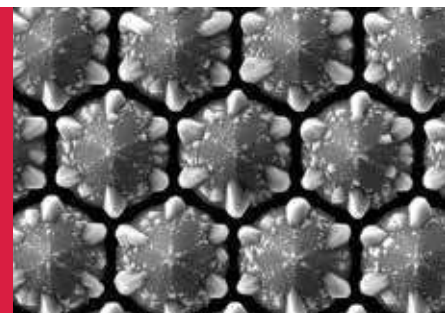
Просвечивающие электронные микроскопы  
**TEM**



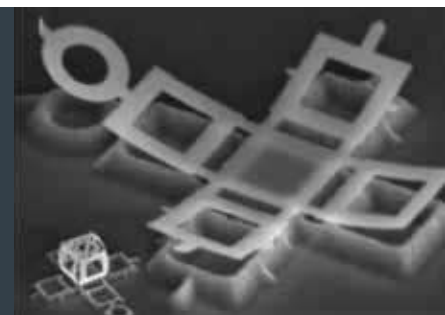
Двухлучевые системы  
**Dual Beam**

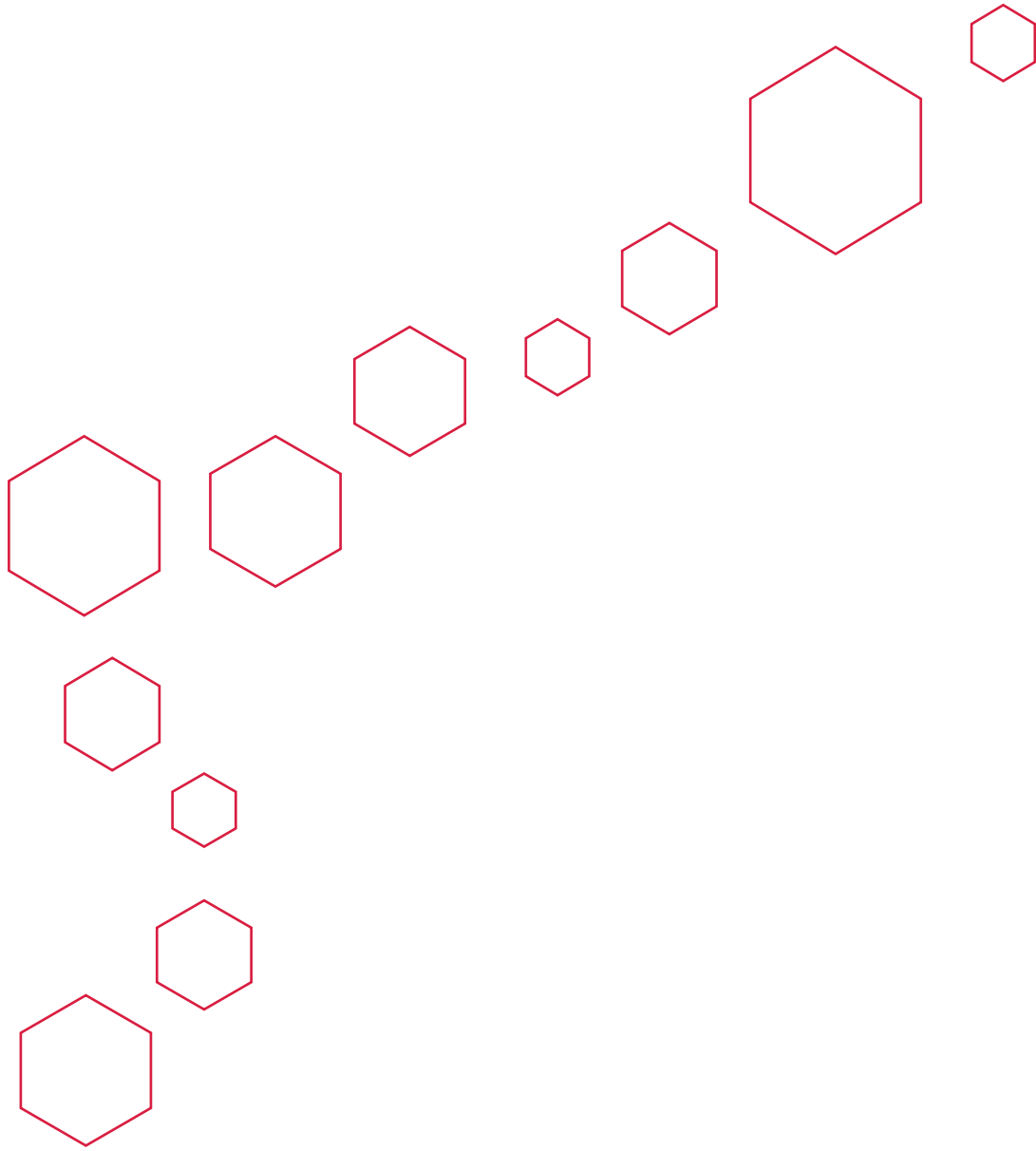


Сканирующие электронные микроскопы  
**SEM**



Ионные микроскопы  
**FIB**





# О компании FEI

Компания FEI (входит в корпорацию Thermo Fisher Scientific) предоставляет комплексные решения в области микроскопии, обеспечивающие получение изображений образцов в микро-, нано- и пикомасштабах. Имея за плечами более 60 лет исследовательской работы, проектирования, производства и обслуживания систем, FEI дает возможность своим клиентам находить осмысленные ответы на вопросы, которые приводят к революционным открытиям, повышению производительности и, в конечном итоге, к изменению мира.

Сочетая опыт в разработке аппаратного и программного обеспечения в электронной, ионной и оптической микроскопии с глубоким пониманием применений микроскопов в материалографии, электронике, науках о живом, исследовании природных ресурсов, команда FEI, насчитывающая более 2700 сотрудников, помогает стремящимся к открытиям пользователям получать выдающиеся результаты в их исследованиях.

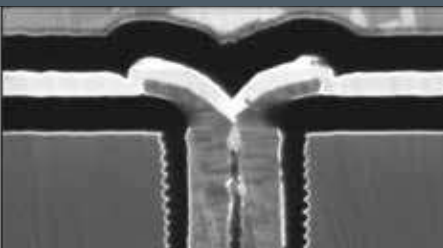
## Основные области применения

### Материаловедение



Электронные микроскопы FEI помогают решать научно-исследовательские и прикладные задачи институтов, университетов, лабораторий, проводящих исследования в нанодиапазоне для разнообразных областей применения, включая двух- и трехмерную визуализацию объектов наномира, трехмерное нанопрототипирование.

### Электроника



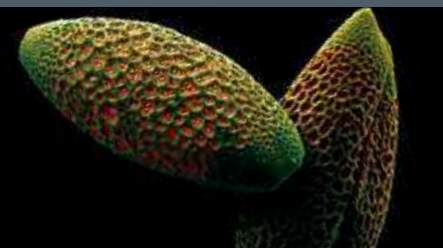
Новаторские системы FEI специально разработаны для исследователей и производителей в области полупроводниковых технологий, хранения данных с акцентом на использовании в области сборки микросхем, трехмерной метрологии, анализа дефектов, анализа отказов и подготовки образцов для исследования просвечивающим электронным микроскопом.

### Природные ресурсы



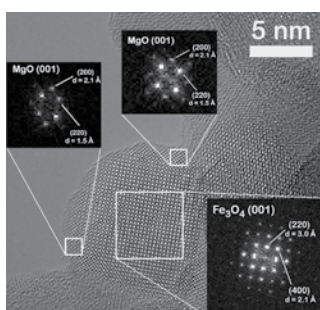
Решения FEI для автоматизированного минералогического анализа увеличивают производительность и результативность исследовательских работ, помогают ускорить их, уменьшить стоимость анализа. Они могут использоваться как в лаборатории, так и непосредственно на месторождении или производственной площадке.

### Науки о живом



Решения FEI применяют в различных институтах, университетах, фармацевтических компаниях и больницах, занимающихся медико-биологическими исследованиями и разработками в области структурной биологии, клеточной биологии, биологии тканей и биоматериалов. Компания FEI также предоставляет решения для судебной экспертизы и криминалистики.

# TITAN



Titan<sup>3</sup> (Titan cubed) 300 является самым мощным электронным микроскопом с высоким разрешением в сканирующем/просвечивающем (S/TEM) режиме с самым большим диапазоном ускоряющих напряжений, от 60 до 300 кВ, для двухмерной и трехмерной характеристики материала, а также химического анализа вплоть до атомного уровня. Новая, изолированная от внешних воздействий конструкция платформы позволяет достичь максимальной производительности в S/TEM-визуализации и химическом анализе, объединив до двух Cs-корректоров (корректора зонда и корректора изображений), монохроматор и новый ультрастабильный источник электронов высокой яркости (X-FEG) в одном инструменте.

Модельный ряд Titan постоянно обновляется и включает самые мощные в мире TEM: Titan Themis, Titan Krios, Titan ETEM.

Titan расширяет разрешающие возможности спектроскопии при измерении запрещенных энергетических зон и электронных свойств и позволяет пользователю получить четкие изображения границ раздела и наиболее полно интерпретировать полученные данные.

## Основные преимущества

- Программное обеспечение Velox, разработанное компанией FEI, управляет обнаружением нескольких сигналов и Cs-корректированной оптикой для сбора максимального количества данных.
- Технология интеллектуального сканирования DCFI обеспечивает максимально качественное формирование изображений STEM.
- Технология сканирования нескольких сигналов DPC позволяет измерять внутренние магнитные и электрические поля.
- Камера FEI Ceta 16M™ обеспечивает моментальную смену увеличения изображений для быстрой навигации на уровне от мезоскопического до атомарного масштаба.
- Холодная ловушка с запасом азота, рассчитанным на неделю эксплуатации, помогает выполнять длительные комплексные исследования, требующие сверхвысокой чувствительности.
- Для уменьшения влияния внешней среды на результаты исследований может быть оснащен защитным корпусом.

## Технические характеристики Titan Themis<sup>3</sup> 300

	Разброс по энергии	Разрешающая способность по точкам	Информационный предел	Разрешение STEM
Корректор изображений	0,7–0,8 эВ**	80 пм	80 пм	136 пм
Корректор зонда	0,7–0,8 эВ**	200 пм	100 пм	70 пм
Монохроматор / X-FEG Корректор изображений и зонда	0,2–0,3 эВ*	80 пм	70 пм	70 пм
Корректор изображений и зонда	0,7–0,8 эВ**	80 пм	80 пм	70 пм
* В зависимости от выбранного энергетического фильтра	** S-FEG 0,7 эВ, X-FEG 0,8 эВ		Примечание. Все технические характеристики указаны для значения 300 кВ. Чтобы получить перечень технических характеристик для других значений ускоряющего напряжения, обратитесь в ООО «Мелитэк».	

# TALOS



Микроскоп Talos является идеальным выбором для углубленной научно-исследовательской работы.

Микроскоп Talos сочетает в себе выдающиеся характеристики S/TEM и TEM высокого разрешения с лучшим детектированием сигнала EDX, химическим анализом трехмерных объектов и функцией картирования. Дальнейшее улучшение изображения обеспечивает программное приложение S/TEM Velox от FEI.

Источник электронов X-FEG высокой яркости обеспечивает высокий ток, в пять раз превышающий ток пучка стандартной эмиссионной пушки Шоттки и в то же время поддерживающий небольшой угол сведения. За счет этого достигаются улучшенное соотношение «сигнал — шум» и исключительная четкость изображения для STEM, EDS и TEM высокого разрешения. Устойчивость к внешним воздействиям и длительный срок службы делают пушку X-FEG компании FEI исключительно эффективным инструментом при формировании изображений высочайшего качества.

Talos имеет дружелюбный интерфейс, удобную навигацию по образцу. Возможен удаленный доступ к системе.

## Основные преимущества

- ◆ Высокопроизводительное формирование изображений STEM с одновременным обнаружением нескольких сигналов, обеспечивающее повышенную контрастность.
- ◆ Быстрый и точный количественный EDS-анализ, выполняемый на наноровне.
- ◆ EDS-система Super-X — симметричная безоконная конструкция с четырьмя SDD-детекторами с защитной заслонкой.
- ◆ Возможность добавить специализированные держатели образцов in situ для динамических экспериментов.
- ◆ Защитный корпус и функции дистанционного управления, позволяющие надежнее защитить прибор от воздействия окружающей среды.
- ◆ Сверхстабильная платформа: линза объектива постоянной мощности, предметный столик с пьезоэлектрическим приводом, жесткий защитный корпус системы и возможность дистанционного управления обеспечивают максимальную стабильность работы прибора.

## Технические характеристики

Характеристика	Значение
Линейное разрешение TEM	≤0,10 нм
Разрешение STEM HAADF	0,16 нм
Диапазон увеличений в STEM	290x – 330Mx
Ток зонда	150 нА

# Helios



Прецизионная двухлучевая система Helios G4 обладает несколькими модификациями, позволяющими сконфигурировать и адаптировать систему под самые сложные задачи для высокоточных исследований или обеспечения производства. Получаемые двух- и трехмерные изображения изучаемых объектов могут быть дополнены информацией о химическом составе, подготовке образцов для просвечивающей микроскопии, а также модификацией поверхности и нанопрототипированием. Технология электронной колонны Elstar FESEM обеспечивает наилучшую детализацию объектов в нанометровом диапазоне. Новейшие ионные колонны, использующие ионы галлия (Ga), или плазменная колонна с ионами ксенона (Xe) обладают выдающимися характеристиками и максимальной плотностью луча, даже на малых токах. Система детектирования микроскопов серии Helios состоит из трех детекторов, расположенных внутри электронной колонны, обеспечивая непревзойденный материальный и топографический контрасты.

### Области применения:

материаловедение, микроэлектроника, биотехнологии, нанотехнологии.

### Основные преимущества

- ◆ Самое быстрое получение информации нанометрового масштаба благодаря использованию лучшей среди аналогов колонны SEM высокого разрешения Elstar, стабильности и автоматизации.
- ◆ Возможность установки новой плазменной пушки на основе ионов ксенона Xe+, обладающей повышенным током зонда — до 1300 nA, что позволяет вытравливать огромные области материала за короткий промежуток времени с большой точностью (по сравнению с обычным источником ионов Ga+).
- ◆ Улучшенная контрастность при беззарядном получении изображений за счет шести детекторов, расположенных в колонне и под линзой.
- ◆ Самая быстрая и качественная подготовка поперечных срезов.
- ◆ Возможность получения изображений высокого разрешения при различных увеличениях, трехмерных изображений и проведения исследований при повышенной температуре.
- ◆ Быстрое и точное травление и осаждение самых неоднородных и сложных структур размером меньше 10 нм.
- ◆ Работа с образцами для решения конкретной задачи благодаря возможностям столика с пьезоприводом (перемещения в горизонтальной плоскости 110 и 150 мм).
- ◆ Распознавание самых мелких деталей благодаря использованию монохроматора (UC) и его работе при низких энергиях пучка на субнанометровом уровне.

### Технические характеристики

Характеристика	Значение	Характеристика	Значение
Электронная оптика	Автоэмиссионная пушка Шоттки с монохроматором	Столик:	
Тип электронной колонны	Колонна Elstar с иммерсионной линзой сверхвысокого разрешения	— Тип	5-осевой предметный столик сверхвысокой точности с электрическим приводом
Диапазон тока пучка	от 1 nA до 400 nA	— Ход по осям X и Y	150 мм, пьезопривод
Разрешение в электронах	— 0,6 нм при 30 кВ (STEM)* — 0,6 нм от 15 кВ до 2 кВ — 0,7 нм при 1 кВ — 1,0 нм при 500 В (ICD)*	— Воспроизводимость результатов по осям X и Y	1,0 мкм
Ионная оптика	Источник ионов на базе жидкого галлия или ксенона для применения в высоком вакууме	— Ход по оси Z	10 мм, электропривод
Ток зонда Ga+	от 0,6 nA до 65 nA	— Поворот	n x 360°, пьезопривод
Ток зонда Xe+	от 1,5 nA до 1300 nA	— Наклон	от -10° до +60°
Разрешение в ионах в точке пересечения с электронным пучком	— 4,0 нм при 30 кВ — оптимальный статистический метод; — 2,5 нм при 30 кВ — селективный граничный метод	Максимальный зазор между столиком и точкой схождения	55 мм
Ускоряющее напряжение	Электроны — 20 В – 30 кВ Ионы — 0,1 nA – 65 nA	Максимальный вес образца	макс. 500 г (включая держатель)
		Максимальный размер образца	150 мм при полном вращении (для образцов большего размера вращение ограничено)

\* Опция.

# Scios 2



В микроскопе Scios применяется аналитическая двухлучевая технология сверхвысокого разрешения, обеспечивающая выдающиеся эксплуатационные характеристики при двумерном и трехмерном анализе широкого диапазона образцов, включая магнитные материалы. Scios позволяет получать изображения высокого разрешения и впечатляющую пропускную способность при выполнении двумерного и трехмерного анализа.

### Области применения:

материаловедение, микроэлектроника, нанотехнологии.

### Основные преимущества

- ◆ Сверхвысокое разрешение с использованием новой электронной колонны NiCol™ с лучшими в своем классе характеристиками для самого широкого диапазона образцов, включая магнитные и непроводящие материалы.
- ◆ Проверенная разработка компании FEI — ионная колонна Sidewinder™, ускоряющая подготовку образцов благодаря высокой плотности тока пучка и возможности низкоэнергетической полировки поверхности.
- ◆ В основе микроскопа Scios лежит усовершенствованная технология внутрилинзового детектирования Trinity, что позволяет одновременно обрабатывать широкий спектр сигналов.
- ◆ Наиболее полная информация об образце с резким, точным и беззарядным контрастом, полученным из множества встроенных в колонну и в линзу детекторов.
- ◆ Считывание трехмерных данных, определение размеров, распределения включений, анализ напряжений и деформаций в металлах.
- ◆ Исключительное удобство эксплуатации: высокая степень автоматизации делает микроскоп Scios очень простым в эксплуатации и позволяет уверенно вести исследовательскую работу.

### Технические характеристики

Характеристика	Значение
Электронная оптика	Высокоустойчивая автоэмиссионная пушка Шоттки Диапазон тока пучка: от 1 пА до 400 нА
Тип электронной колонны	NiCol LLHR
Разрешение в электронах	1,0 нм при 15 кВ 1,6 нм при 1 кВ
Диапазон энергий электронов у поверхности образца (режим торможения пучка)	от 20 эВ до 30 кэВ
Ионная оптика	Источник ионов на базе жидкого галлия для применения в высоком вакууме Ток зонда: от 1,5 пА до 65 нА
Режимы вакуума	Высокий вакуум / низкий вакуум до 500 Па (опция)
Разрешение в ионах	3 нм
Ускоряющее напряжение	Электроны — от 200 В до 30 кВ Ионы — от 500 В до 30 кВ
Ширина камеры	379 мм
Количество портов	21
Столик:	
— Тип	Эвцентрический гониометрический столик, 5-осевой моторизованный
— Ход по осям X и Y	110 x 110 мм
— Воспроизводимость результатов по осям X и Y	< 2,0 мкм (при наклоне 0°)
— Ход по оси Z	65 мм
— Поворот	n x 360°
— Наклон	-15° ... +90°
Максимальная высота образца	Расстояние 85 мм до эвцентрической точки
Максимальный вес образца	500 г при любом положении предметного столика (до 2 кг при наклоне 0°)
Максимальный размер образца	150 мм при полном вращении (для образцов большего размера вращение ограничено)



# Verios



Verios — это передовое семейство сканирующих электронных микроскопов FEI второго поколения с высочайшей в мире разрешающей способностью. Этот прибор обеспечивает субнанометровое разрешение в диапазоне ускоряющих напряжений от 1 до 30 кВ. Его непревзойденная работа при низких ускоряющих напряжениях обеспечивает получение чрезвычайно точных данных о структуре поверхности, недоступных при использовании других методов.

### Области применения:

естественные науки, материаловедение, нанотехнологии, микроэлектроника.

### Основные преимущества

- ◆ Колонна Elstar с катодом Шоттки с монохроматором (UC) — новейшая технология, обеспечивающая лучшее в своем классе разрешение при ускоряющих напряжениях в диапазоне от 500 В до 30 кВ.
- ◆ Высококонтрастные изображения за счет новых детекторов, расположенных в колонне и под линзой.
- ◆ Легкий в работе. Возможность работы с разнообразными типоразмерами образцов (образцы диаметром до 200 мм) и материалами (в том числе чувствительными к воздействию электронного пучка, магнитными, непроводящими).
- ◆ Интегрированные системы криогенной и плазменной очистки позволяют поддерживать образец и камеру чистыми в течение всего исследования.
- ◆ Высокоточный и устойчивый предметный столик (размер 100 x 100 мм) с пьезоэлектрическим приводом в большой аналитической камере.
- ◆ Использование энергий пучка у поверхности образца вплоть до 20 эВ с получением изображений высокого разрешения для точного снятия характеристик поверхности.
- ◆ Полный спектр возможностей анализа и прототипирования.

### Технические характеристики

Характеристика	Значение
Разрешение (высокий вакуум)	— 0,6 нм при 15 кВ — 0,6 нм при 2 кВ — 0,7 нм при 1 кВ — 1,0 нм при 500 В (ICD)* — 1,2 нм при 200 В (ICD)* (при оптимальном рабочем расстоянии)
Диапазон энергий электронов у поверхности образца	20 эВ – 30 кэВ
Ток зонда	от 0,8 пА до 100 нА
Поле зрения	от ≤ 100 нм до 1,5 мм
Столик:	
— Тип	Эвцентрический гониометрический столик, 5-осевой моторизованный
— Ход по осям X и Y	100 x 100 мм
— Воспроизводимость результатов по осям X и Y	0,5 мкм
— Точность (по осям X и Y)	< 1,5 мкм
— Ход по оси Z	≥ 20 мм
— Поворот	n x 360°
— Наклон	-10° ... +60°
Количество портов	21

\* Опция.



# Arpeo



Самый универсальный высокопроизводительный сканирующий электронный микроскоп!

Комбинированная линза Arpeo позволяет получать беспрецедентное разрешение и материальный (Z) контраст за счет сочетания электростатической и магнитной иммерсионной технологий.

Arpeo — это высокопроизводительная платформа для исследования наночастиц, катализаторов, порошков и наноструктур, в том числе для работы с магнитными образцами. Традиционные сканирующие электронные микроскопы высокого разрешения либо обладают электростатическими линзами, либо с магнитной иммерсией. Впервые FEI объединяет оба способа в одном инструменте. Преимущества данной компоновки выходят далеко за рамки производительности любой другой колонны. И тот и другой метод служат для формирования пучка в тонкий зонд для получения изображения при низких ускоряющих напряжениях и направления детектируемых электронов обратно через линзу в колонну. За счет комбинации магнитной и электростатической иммерсии в одной электронной пушке достигается более высокая разрешающая способность и добавляются уникальные возможности для фильтрации сигнала. Комбинированная электростатически-магнитная конечная линза обеспечивает разрешение 1,0 нм при 1 кВ (без активации функции замедления пучка или монохроматора).

## Основные преимущества

- Уникальная комбинированная конечная линза обеспечивает исключительную разрешающую способность 1 нм на 1 кВ без необходимости использования торможения пучка — на любом образце, даже если он наклонен или имеет развитую поверхность.
- Производительный детектор обратно отраженных электронов гарантирует великолепный материальный контраст, даже на низких ускоряющих напряжениях и силах тока — на любом угле наклона, даже на чувствительных к электронному пучку образцах и на телевизионной развертке.
- Беспрецедентная гибкость выбора режимов работы детектора позволяет пользователю получать контраст или интенсивность сигнала путем объединения информации из отдельных сегментов детектора.
- Самый широкий спектр способов снижения зарядки поверхности, включая режим низкого вакуума с давлением внутри камеры до 500 Па, что позволяет получать изображение с любого образца.
- Превосходная аналитическая платформа обеспечивает высокие токи пучка и малый размер пятна. Камера позволяет устанавливать одновременно до трех EDS детекторов, копланарность EDS и EBSD детекторов и оптимизированный для аналитики режим низкого вакуума.

## Технические характеристики

Характеристика	Значение	Характеристика	Значение
Электронная оптика	Термополевой эмиттер Шоттки. Диапазон тока пучка: от 0,1 пА до 400 нА	В режиме низкого вакуума, с оптимальной рабочей дистанцией, режим без поля	— 1,2 нм при 15 кВ — 1,8 нм при 3 кВ
Разрешение, нм:		Столик:	
Высокий вакуум с оптимальной рабочей дистанцией, иммерсионный режим	— 0,8 нм при 30 кВ (STEM)	Тип	Эвцентрический с гониометром, моторизованный по 5 осям
	— 0,9 нм при 15 кВ	Перемещение по осям X и Y	110 x 110 мм
	— 1,0 нм при 1 кВ	Повторяемость	< 3,0 мкм (при наклоне 0°)
	— 1,2 нм при 500 В	Моторизованное перемещение по оси Z	65 мм
Высокий вакуум с оптимальной рабочей дистанцией, режим без поля	— 2,5 нм при 100 В	Вращение	n x 360°
	— 0,8 нм при 30 кВ (STEM)	Наклон	-15°...+90°
Диапазон энергий у поверхности образца	от 20 эВ до 30 кэВ	Максимальная высота образца	Зазор до 85 мм в точке эксцентрики
Функция замедления пучка	от -4000 В до +600 В	Максимальная масса образца	500 г при любом (до 2 кг при наклоне 0°) положении столика
Arpeo может регистрировать до четырех сигналов одновременно из любой комбинации из имеющихся детекторов или сегментов детектора		Максимальный размер образца	Диам. 122 мм для вращения при любых перемещениях по X, Y (возможна работа и с большими образцами, но в условиях ограниченного вращения)

# Quattro



Электронный сканирующий микроскоп Thermo Scientific™ Quattro SEM — это высокопроизводительная система, предназначенная для разносторонних исследований на наноуровне с возможностью изучения образцов в режиме «Естественная среда» и проведения всестороннего анализа благодаря наличию большого количества портов для установки аналитических приставок (EDS, WDS, EBSD и т. д.) в продуманной и адаптированной на максимальный результат вакуумной камере.

## Основные преимущества

- ◆ In situ — исследование материалов в их естественном состоянии, уникальный FEG-SEM с высоким разрешением с режимом естественной среды (ESEM).
- ◆ Минимизируйте время подготовки образца: низкий вакуум и режим ESEM позволяют получать изображения без зарядки с непроводящих и/или гидратированных образцов.
- ◆ Получайте всю информацию из любых образцов, используя одновременное отображение в SE и BSE во всех режимах работы.
- ◆ Анализ при температурах от  $-165\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$  с помощью крио, Пельтье и нагревательного столика для образцов.
- ◆ Отличные аналитические возможности с камерой, которая позволяет устанавливать до трех детекторов EDS (два из них разведены на  $180^{\circ}$ ), WDS и копланарной EDS/EBSD.
- ◆ Анализ непроводящих образцов: точные EDS и EBSD, адаптированные под низкий вакуум, создаваемый с помощью сквозной откачки через линзу Quattro.
- ◆ Удобный и точный эвцентрический столик с диапазоном наклонов в  $105^{\circ}$  для наблюдения образца с любых точек.
- ◆ Простое в использовании, интуитивно понятное программное обеспечение с руководством пользователя и функцией отмены. Работайте быстрее с меньшим количеством щелчков мыши.
- ◆ Новые инновационные решения: выдвижной детектор катодолюминесценции RGB (CL), нагревательный стол для высокого вакуума  $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$  и AutoScript на основе Python (API).

**Модельный ряд:**  
Quattro C / Quattro S

## Технические характеристики

Характеристика	Quattro S	Quattro C
	Катод Шоттки высокой стабильности (FEG)	Катод Шоттки высокой стабильности (FEG)
Разрешающая способность	0,8 нм при 30 кВ (STEM) 1,0 нм при 30 кВ (SE) 3,0 нм при 1 кВ (SE)	1,0 нм @ 30 кВ (SE) 3,0 нм @ 1 кВ (SE)
(низкий вакуум, SEM)	2,1 нм при 1 кВ (BD mode* + ICD*) 1,3 нм при 30 кВ (SE)	3 нм @ 30 кВ (SE) 1,3 нм @ 30 кВ (SE)
Ускоряющее напряжение Энергия приземления (BD)	200 В – 30 кВ 20 эВ – 30 кэВ	200 В – 30 кВ 20 эВ – 30 кэВ
Ток пучка	1–200 пА	1–200 пА
Детекторы	ETD, LVD, ICD, DBS, GAD, GSED, ESEM-GAD, STEM 3+, CL, uHeater	ETD, LVD, ICD, DBS, GAD, GSED, ESEM-GAD
Столик для образцов	110 x 110 x 65 мм (x, y, z) (мультидержатель) Наклон от $-15^{\circ}$ до $90^{\circ}$	55 x 55 x 65 мм (x, y, z) (держатель для одного образца) Наклон от $-15^{\circ}$ до $90^{\circ}$
Низкий вакуум	10–4000 Па	10–4000 Па
Камера	12 портов, порты ЭДС находятся напротив	12 портов, порты ЭДС находятся напротив

# Prisma



Многоцелевой и простой в использовании сканирующий электронный микроскоп с катодом из вольфрамовой нити. СЭМ Prisma предоставляет всестороннюю производительность в области визуализации и аналитики, а уникальный режим естественной среды (ESEM) и полный набор аксессуаров делают его самым оптимальным СЭМ для любых лабораторий.

## Основные преимущества

- ◆ In-situ — исследование материалов внутри вакуумной камеры в естественном состоянии: Prisma E предлагает уникальный режим естественной среды (ESEM). Минимизируйте время подготовки образца: низкий вакуум и ESEM позволяют делать снимки без заряда и анализировать непроводящие и/или гидратированные образцы.
- ◆ Собирайте всю информацию из всех образцов с одновременной визуализацией SE (вторичные электроны) и BSE (обратно рассеянные электроны) в любом режиме работы. Анализ in-situ при температурах от  $-165^{\circ}\text{C}$  до  $1400^{\circ}\text{C}$  при помощи специализированных столиков.
- ◆ Отличные аналитические возможности благодаря вакуумной камере, которая позволяет устанавливать до трех детекторов EDS для химического анализа, два из которых расположены напротив друг друга под  $180^{\circ}$ , WDS (волнодисперсионный анализ) и копланарная установка EDS/EBSD (дифракция электронов).
- ◆ Превосходные возможности в анализе непроводящих образцов: высококачественные EDS и EBSD работают в условиях низкого вакуума благодаря откачке через линзу.
- ◆ Высокоточный эвцентрический стол с диапазоном наклона образца в  $105^{\circ}$  (от  $-15^{\circ}$  до  $+90^{\circ}$ ) для выборочного наблюдения образца со всех точек.
- ◆ Простое в использовании, интуитивно понятное программное обеспечение с функциями «Гид пользователя» (User Guidance) и «Отмена действия» (Undo) обеспечивает высокую эффективность для начинающих пользователей, позволяя им выполнять свою работу быстрее и с меньшим количеством щелчков мыши.
- ◆ Широкий выбор опций, включая убирающийся детектор катодолюминесценции (RGB CL), столики для нагрева в высоком вакууме до  $1100^{\circ}\text{C}$ ,  $\mu\text{Heater}$  и Autoscript (инструмент для написания скриптов на основе Python (API)).

### Модельный ряд:

Prisma E / Prisma EX

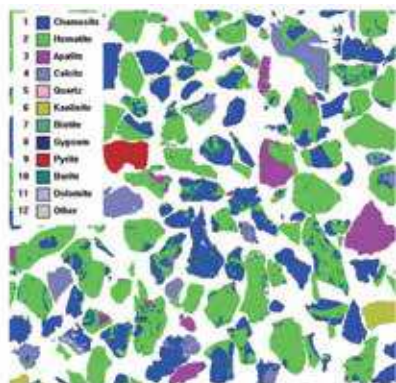
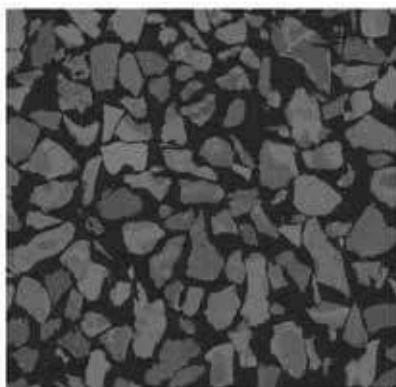
## Технические характеристики

Источник	Prisma E/EX (источник электронов на основе вольфрамовой нити)
Разрешающая способность Высокий вакуум	3,0 нм при 30 кВ (SE) 4,0 нм при 30 кВ (BSE) 8,0 нм при 3 кВ (SE)
Низкий вакуум, SEM	7,0 нм при 3 кВ (BSE + торможение луча) 3,0 нм при 30 кВ (SE) 4,0 нм при 30 кВ (BSE) 10,0 нм при 3 кВ (SE)
Режим естественной среды (ESEM)	3,0 нм при 30 кВ (SE)
Ускоряющее напряжение	200 В – 30 кВ
Ток пучка	До 2 мкА
Детекторы	ETD, LVD, ICD, DBS, GAD, GSED, DBS-GAD, ESEM-GAD, STEM 3+, WetSTEM™, RGB-CLD, $\mu\text{Heater}$
Столик для образцов	110 x 110 x 65 мм (x, y, z) (мультидержатель) Наклон от $-15^{\circ}$ до $90^{\circ}$ Максимальная высота образца до 85 мм (до точки эвцентрики 10 мм) Максимальный размер образца до 122 мм для сохранения всех степеней свободы, возможна установка больших образцов с уменьшением диапазонов наклона или поворота
Низкий вакуум	10–4000 Па
Камера	12 портов, порты ЭДС находятся напротив друг друга под углом $180^{\circ}$ , копланарное расположение EDS-EBSD
Встроенный EDS детектор (только для EX)	Разрешение по Mn k-alpha: 129 эВ Рабочая область: 10 мм <sup>2</sup> Обнаружение элементов от Be Функции анализа: в точке, линии, по площади и картирования Разделение пересекающихся пиков и компенсация дрейфа

# MAPS Mineralogy



Оолитовая железная руда из Китая —  
изображение BSE, показанное сверху;  
обработанная минеральная карта снизу



MAPS Mineralogy — автоматизированное высокопроизводительное программное обеспечение для анализа минералов, которое может быть установлено на сканирующие электронные микроскопы компании FEI (Thermo Scientific). Благодаря совмещению высокотехнологичной аппаратной части и мощного специализированного программного обеспечения данные микроскопы способны определять большинство минералов. Это уникальные и проверенные временем системы, для которых возможен полностью автоматизированный анализ минералогических образцов.

## Области применения:

минералогия, петрография, металлургия.

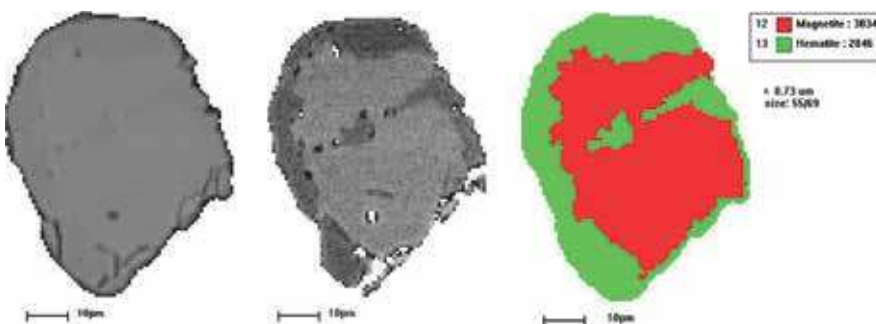
## Основные преимущества

- Полностью автоматизированный анализ минералов и пород: минеральный состав, гранулометрический состав, фазовые включения, пористость, лототип, размеры зерен, минеральные ассоциации, освобождение минералов, элементный состав.
- Высокая скорость (до 200 измерений в секунду).
- Возможность установки до 14 образцов в одном держателе.
- Возможность анализа отдельных частиц (гранул, зерен).
- Обеспечивает самый точный и быстрый анализ за счет продуманного и проработанного алгоритма проведения измерений.
- Совместная обработка данных, полученных в режиме обратно отраженных электронов, и данных анализа характеристического рентгеновского излучения.

## Информация, которая может быть получена, включает:

- модальный минералогический состав;
- расчетный анализ;
- распределение элементов;
- распределение частиц и зерен;
- распределение плотности частиц;
- фазовую удельную площадь поверхности;
- минералогическую ассоциацию;
- точный анализ размера пор и общей системы пор;
- абсолютную проницаемость;
- капиллярное давление и выход J-функции;
- относительную проницаемость;
- проведение тестовых сценариев и многое другое.

Измеренное изображение в обратно рассеянных электронах (BSE), усиленный контраст BSE и классифицированные результаты, указывающие на наличие магнетита и гематита.



# Explorer 4



Анализатор Thermo Scientific™ Explorer™ 4 представляет собой решение для статистического контроля процессов анализа распределения частиц, независимо от того, требуется ли провести анализ всех частиц для контроля качества или найти ту единственную частицу, которая может нанести непоправимый вред. Интегрированная автоматизация и автосоставление отчетов вместе с небольшим размером и низкой стоимостью владения делают Explorer 4 Analyzer лучшим решением для контроля, направленного на улучшение всех производственных процессов и качества продукции. Если вам нужен быстрый и неразрушающий контроль включений, пор или частиц в металле, анализатор Explorer 4 обеспечит получение морфологических и химических характеристик каждой исследуемой частицы.

## Области применения:

материаловедение, микроэлектроника, нанотехнологии.

## Основные преимущества

- ◆ Совместимость данных с предыдущими поколениями анализаторов Explorer.
- ◆ Съёмный держатель для образцов повышает эффективность, минимизирует время простоя и уменьшает перекрестное загрязнение.
- ◆ Максимальное время бесперебойной работы с интегрированным ИБП.
- ◆ Оптимизированные BSE и EDS детекторы с высокой пропускной способностью для получения точных характеристик частиц и поверхности.
- ◆ 100 x 100 мм моторизованный держатель.
- ◆ Автоматический анализ и создание отчетов на основе стандартов.

## Проводимый анализ

- |   |   |
|---|---|
| ◆ Неметаллические включения.            | Промышленные применения могут включать: |
| ◆ Производственный мусор.               |   |
| ◆ Привнесенные частицы.                 |   |
| ◆ Частицы износа.                       |   |
| ◆ Техническая чистота.                  |   |
| ◆ Статистическое управление процессами. |   |
|   | • распределение;                        |
|   | • сегрегацию фаз;                       |
|   | • определение материала;                |
|   | • контроль над процессом.               |

## Технические характеристики

Характеристика	Значение
Детекторы	Четырехсегментный BSED (детектор обратно рассеянных электронов) и опционально SED (детектор вторичных электронов)
Детектор вторичных электронов	Опционально
ЭДС детектор	Площадь детектора 25 кв. мм, 137 эВ
Ускоряющее напряжение	5 кВ – 20 кВ
Вакуумная система	Высокий вакуум и режим для непроводящих образцов
Защита от выключения	Встроенный источник бесперебойного питания для защиты от внезапного отключения питания
Источник	Термоэлектронный с длительным сроком службы: от 1500 часов
Автоматический анализ	До 10 000 частиц/час с полными данными о морфологии и химии или до 30 000 частиц/час без EDS
Максимальный размер образца XYZ	100 мм x 100 мм x 35 мм или 3,94" x 3,94" x 1,4" (W x L x H) со съёмным держателем образцов

# V400ACE FIB



Ионный микроскоп V400ACE объединяет в себе последние разработки в проектировании ионной колонны, подачи газа и точечного позиционирования для обеспечения быстрого, эффективного, экономичного производства интегральных схем.

Система позволяет производителям полупроводниковых схем развести проводящие дорожки и протестировать работу измененных схем в течение считанных часов, а не недель или месяцев, которые потребуются для создания новых масок и обработки новых пластин традиционными методами. Ионная колонна Tomahawk обеспечивает непревзойденные возможности при непрерывной работе в диапазоне ускоряющего напряжения от 30 кВ до 0,5 кВ. Высокая плотность тока при травлении при ускоряющем напряжении 30 кВ обеспечивает быстрое удаление материала и увеличение пропускной способности, в то время как работа при низком напряжении используется для селективного травления меди.

#### Области применения:

микроэлектроника, нанотехнологии.

#### Основные преимущества

- ◆ Система подачи газа NanoChemix обеспечивает повышенную скорость, гибкость, однородность и качество удаления материала и его осаждения.
- ◆ Ионная колонна Tomahawk обеспечивает больший ток на меньшую площадь поверхности для более быстрого и точного травления.
- ◆ Лучшая в своем классе система подготовки тонких образцов для 3D-исследования и анализа.
- ◆ Разрешение изображения 4,5 нм при ускоряющем напряжении 0,5–30 кВ.

#### Технические характеристики

Характеристика	Значение
Ионная оптика	Ионная колонна Tomahawk Источник ионов на базе жидкого галлия для применения в высоком вакууме
Разрешение	4,5 нм
Ускоряющее напряжение	от 0,5 кВ до 30 кВ
Ток зонда	от 0,6 пА до 65 нА
Столик:	
— Тип	Эвцентрический столик с пьезоприводом, моторизованный по 5 осям
— Ход по осям X и Y	100 x 100 мм
— Поворот	n x 360°
— Наклон	-10° ... +60°



# CorrSight



Обычно исследование образцов в оптическом и электронном микроскопах подразумевает принципиально разные подходы к подготовке образцов. Кроме того, данные, полученные от этих двух методик, бывает достаточно трудно сопоставить. Отслеживание какого-то отдельного элемента бывает очень сложным, а иногда и невыполнимым. FEI предлагает решение, позволяющее эффективно совместить оптическую и электронную микроскопию, что дает возможность получать комплексные данные благодаря одновременному использованию нескольких методик.

## Основные преимущества

- ◆ Автоматизация перехода от оптической к электронной микроскопии.
- ◆ Простота и высокая скорость проведения корреляционных экспериментов.
- ◆ Более высокий качественный и количественный уровень данных.
- ◆ Минимальное участие оператора.

# Программное обеспечение MAPS

MAPS является модульным программным приложением, которое позволяет выполнять повторяющиеся задачи и подходит для большинства сканирующих электронных микроскопов и двухлучевых систем.



## Основные преимущества

- ◆ Позволяет соотносить изображения с разных приборов.
- ◆ Поддержка функции сшивки, навигации и корреляции.
- ◆ Автоматизированный сбор и обработка данных.
- ◆ Высококачественный сбор данных.
- ◆ Нет ограничений в разрешении.

