

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Николай Геннадиевич Миловзоров,
М.В. Лукашова, А.А. Кудрявцев, П.А. Сомов
ООО «ТЕСКАН» , n.milovzorov@tescan.ru

Основные тенденции развития СЭМ

01

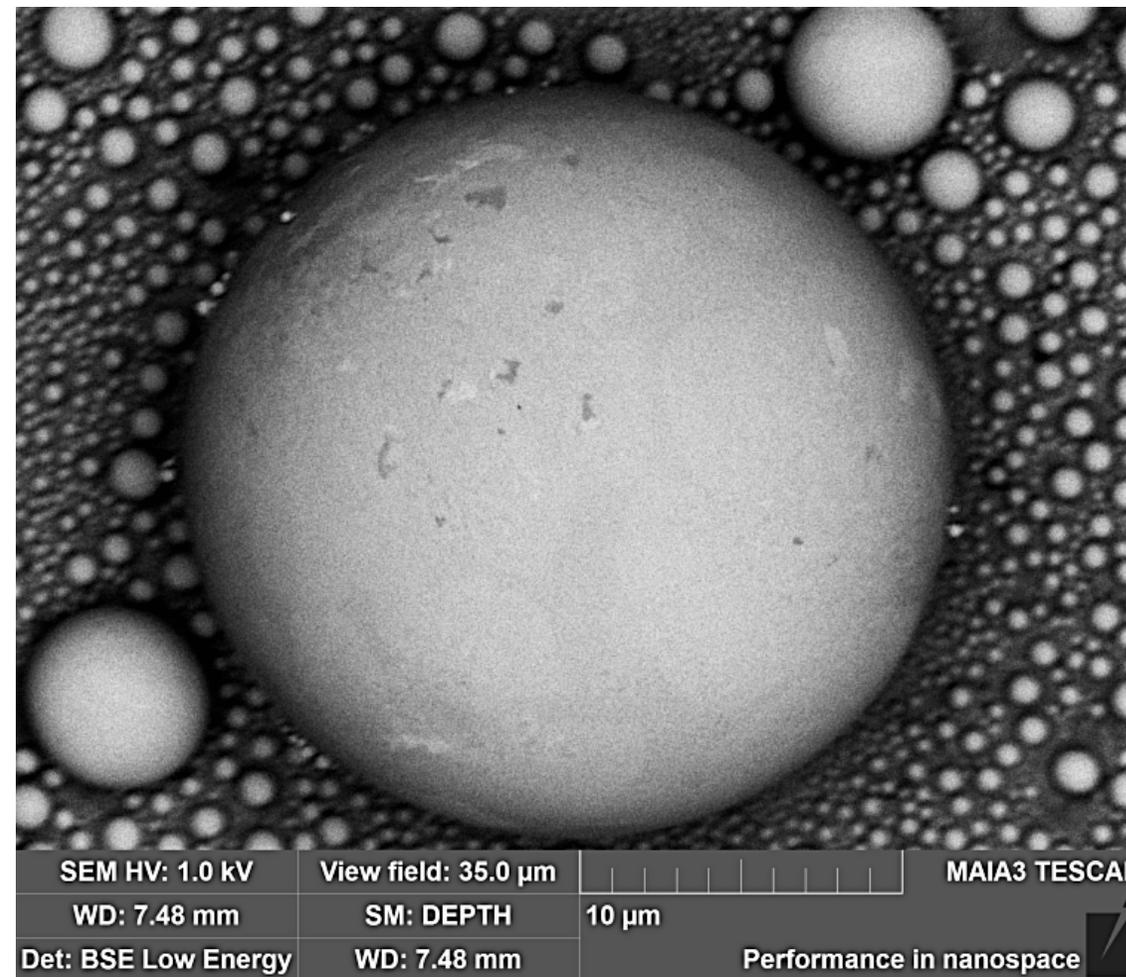
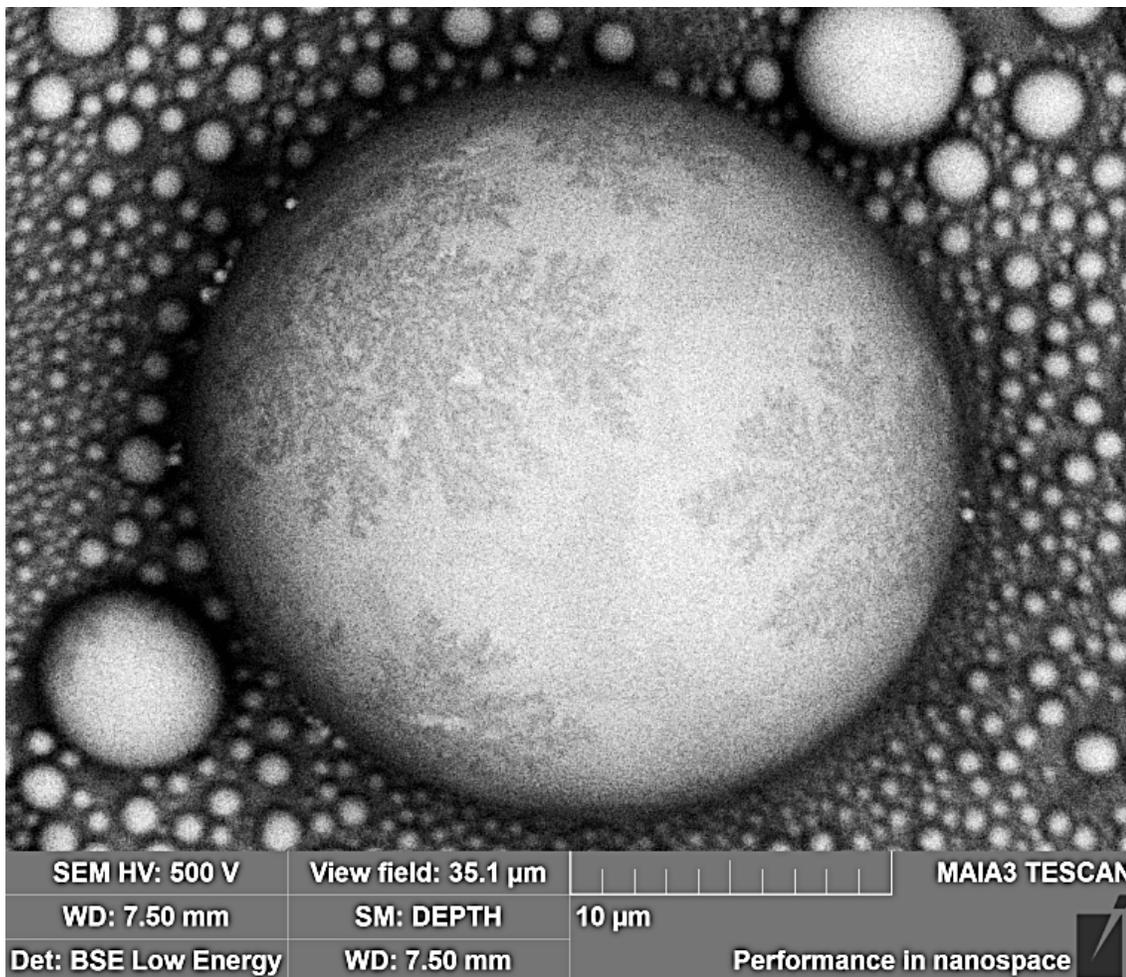
1. Высокое пространственное разрешение при низких ускоряющих напряжениях *для исследования лёгких матриц и нанобъектов*
2. Высокий ток зонда при сохранении высокого пространственного разрешения *для проведения анализов*
3. Высокая стабильность *для длительных экспериментов*
4. Получение дополнительных аналитических сигналов *для выявления локальных неоднородностей образца*
5. Получение дополнительной информации об образце

Specifications

Standard (In-Beam SE det)	0.7 nm at 15 keV	1.4 nm at 1 keV
BDM (SE(BDM) detector)	1.0 nm at 1 keV	1.2 nm at 200 eV
In-Beam f-BSE	1.6 nm at 15 keV	
STEM detector	0.6 nm at 30 keV	

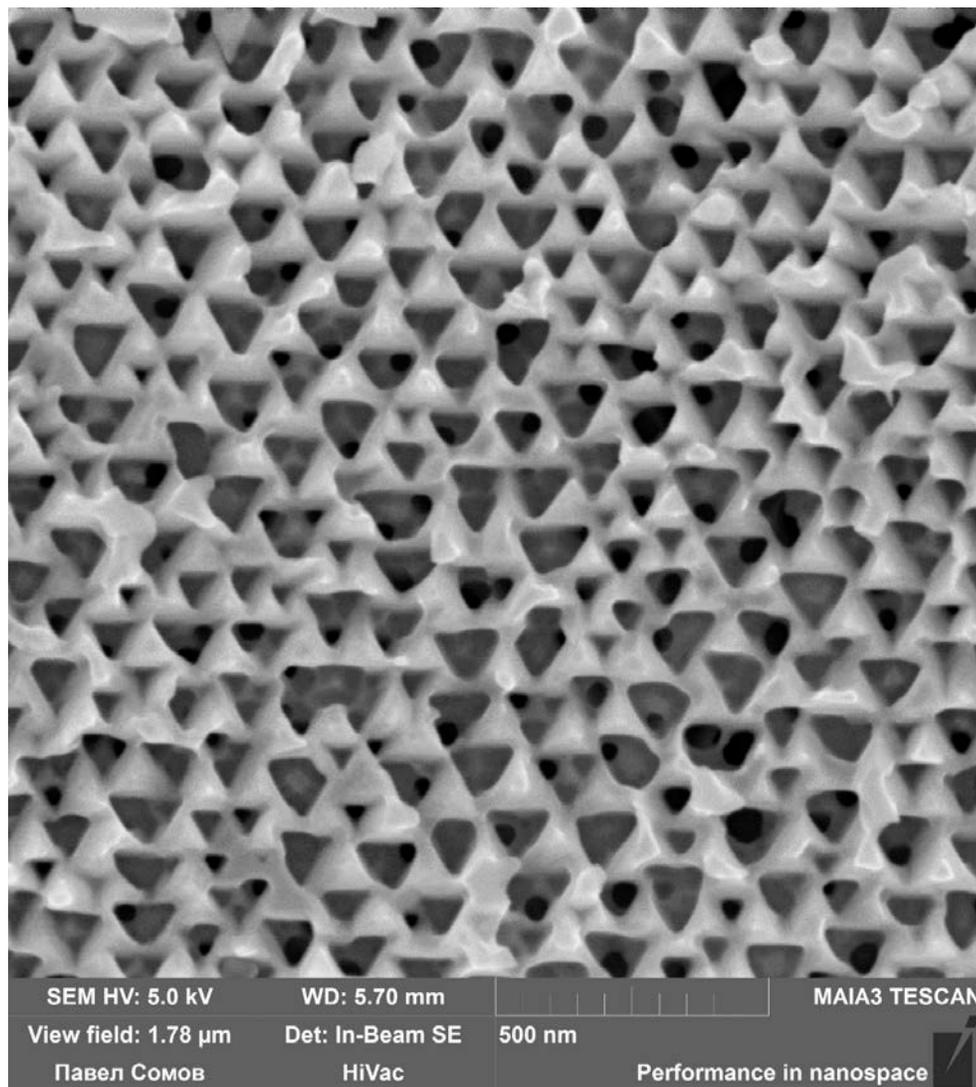


Ток зонда до 400 нА для EPMA, EBSD

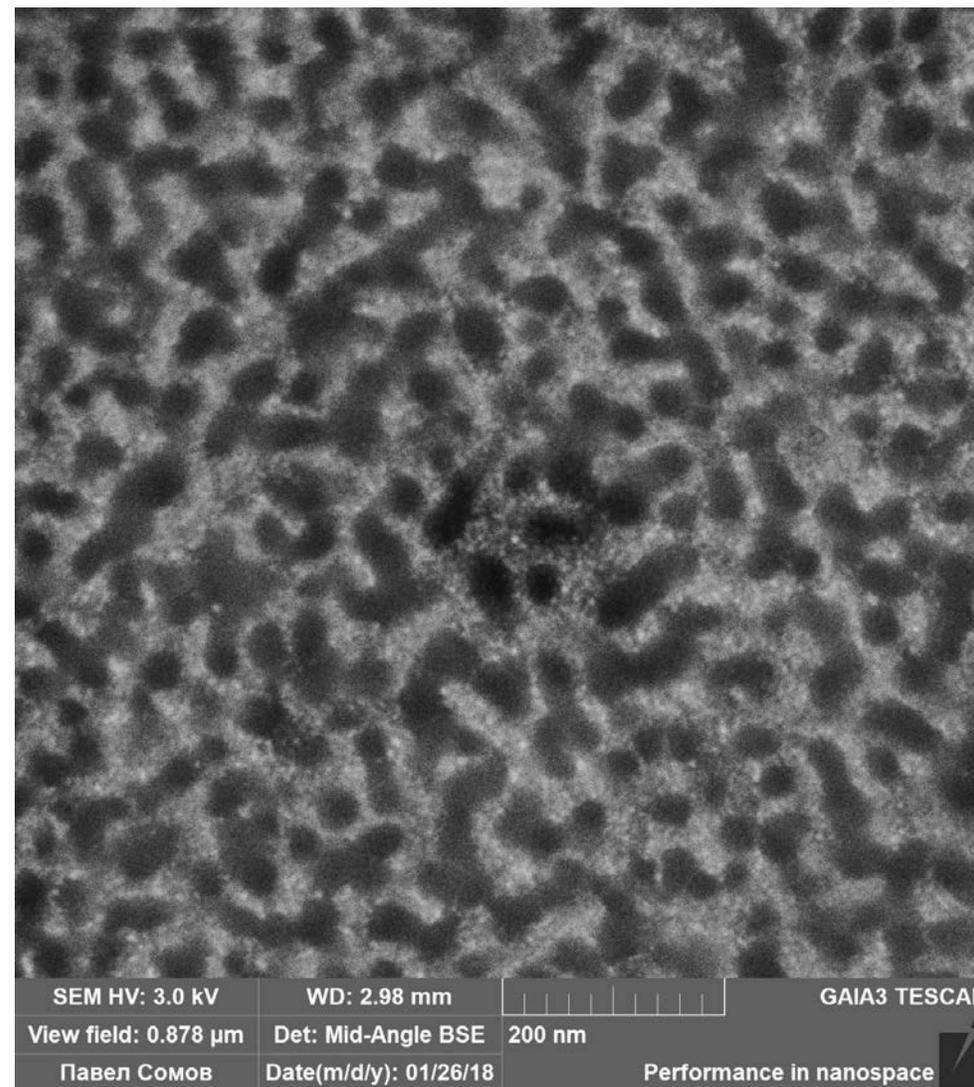


Оловянный шарик:

- 1000 В (сверху)
- 500 В (слева)

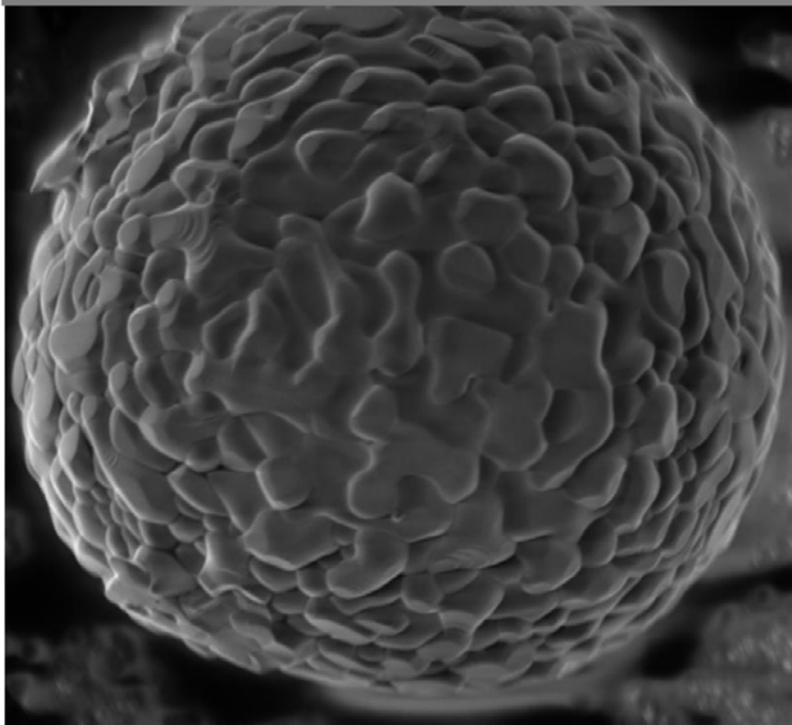


Пористый фосфид галлия



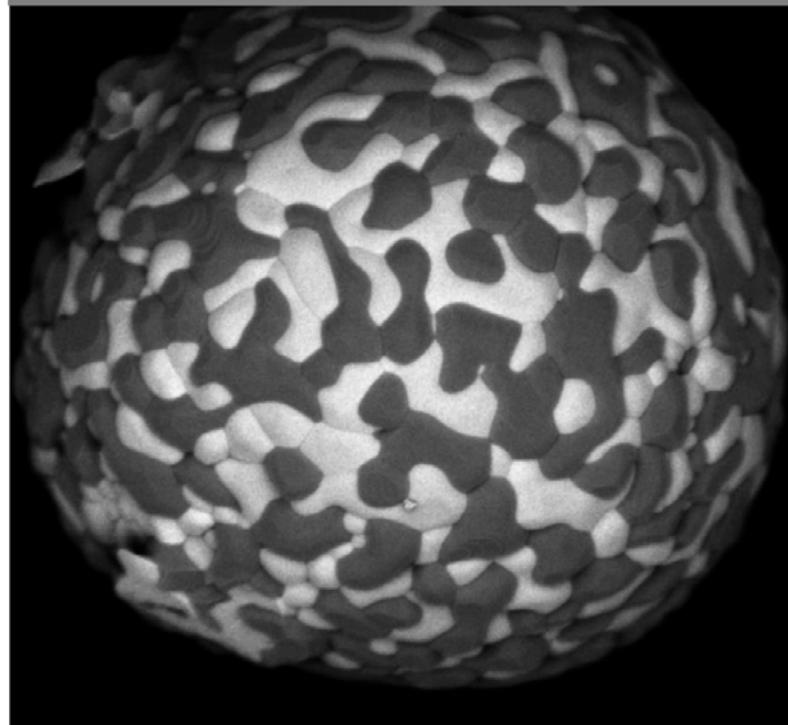
Пористое стекло

Enhanced topographic contrast



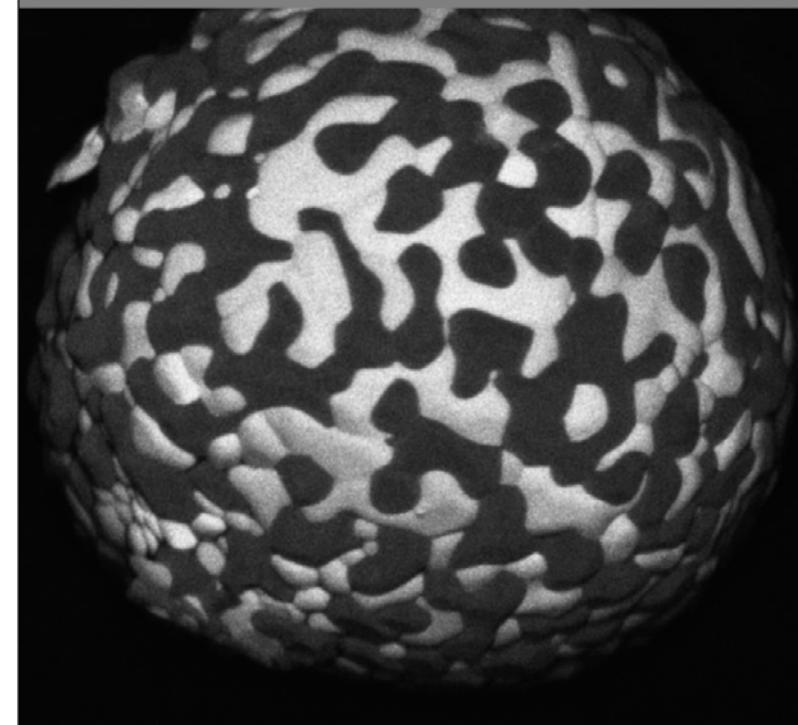
	Energy 1 keV	WD 2.98 mm	FoV 8.56 μm	2 μm
BC 50 pA	Det In-Beam SE	Scan Mode DEPTH		

Material contrast & topography information



	Energy 1 keV	WD 3.00 mm	FoV 8.53 μm	2 μm
BC 50 pA	Det Mid-Angle BSE	Scan Mode DEPTH		

Pure material contrast



	Energy 1 keV	WD 2.98 mm	FoV 8.52 μm	2 μm
BC 50 pA	Det In-Beam f-BSE	Scan Mode DEPTH		

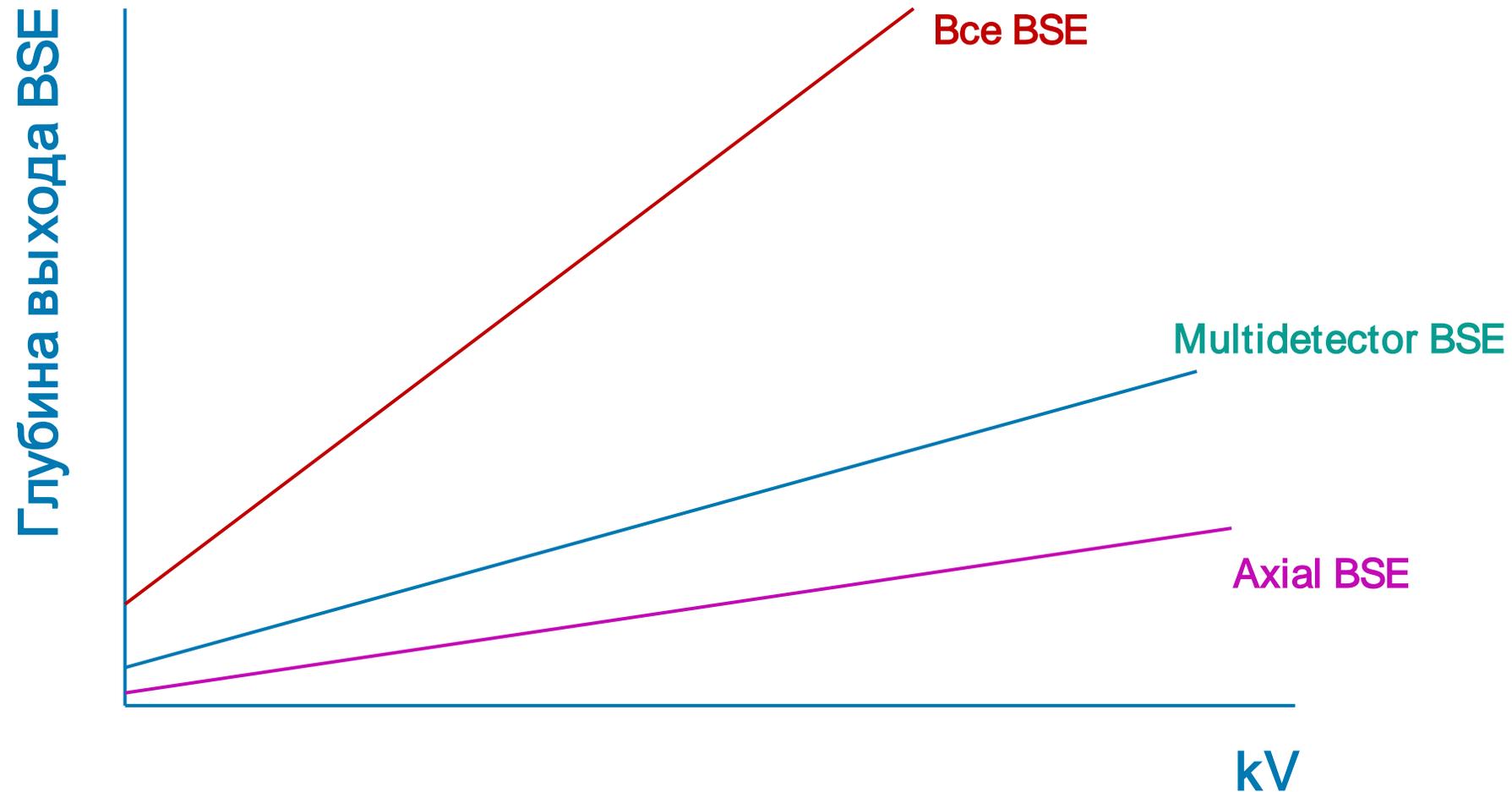
Комбинация контрастов при низких ускоряющих напряжениях

S8000

- **Resolution**
 - 0.9 nm at 15 kV
 - 1.7 nm at 1 kV, 1.4 nm with beam deceleration
 - 2.0 nm at 500 V, 1.6 nm at 200 eV with beam deceleration
- **Beam emission current: < 1 pA to 400 nA**
- **Electron beam energy: 50 eV to 30 keV**
- **Patented In-Flight Tracing Beam™**

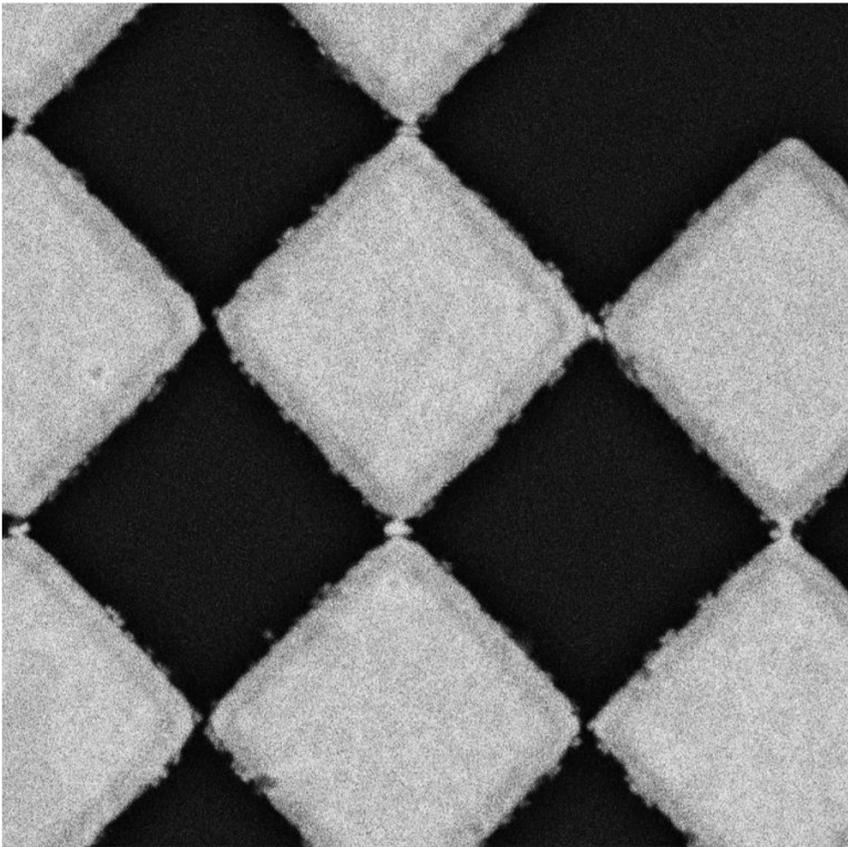


Регистрация BSE с различной глубины

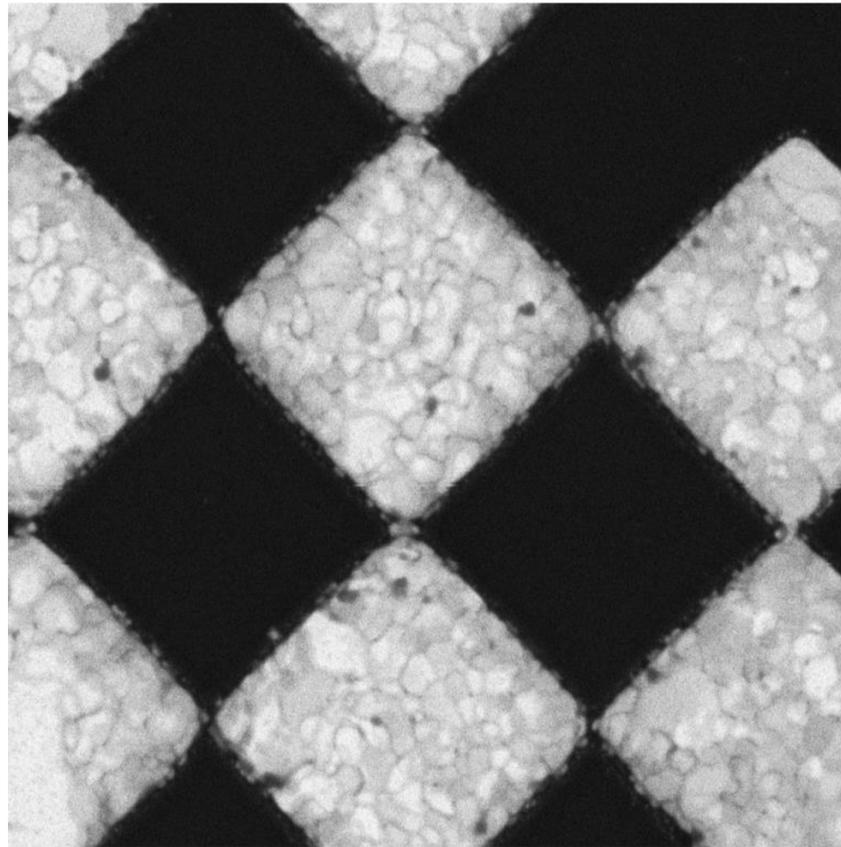


Регистрация BSE с различной глубины

Bulk Z contrast (Multidetector)



Surface Z contrast (Axial detector)

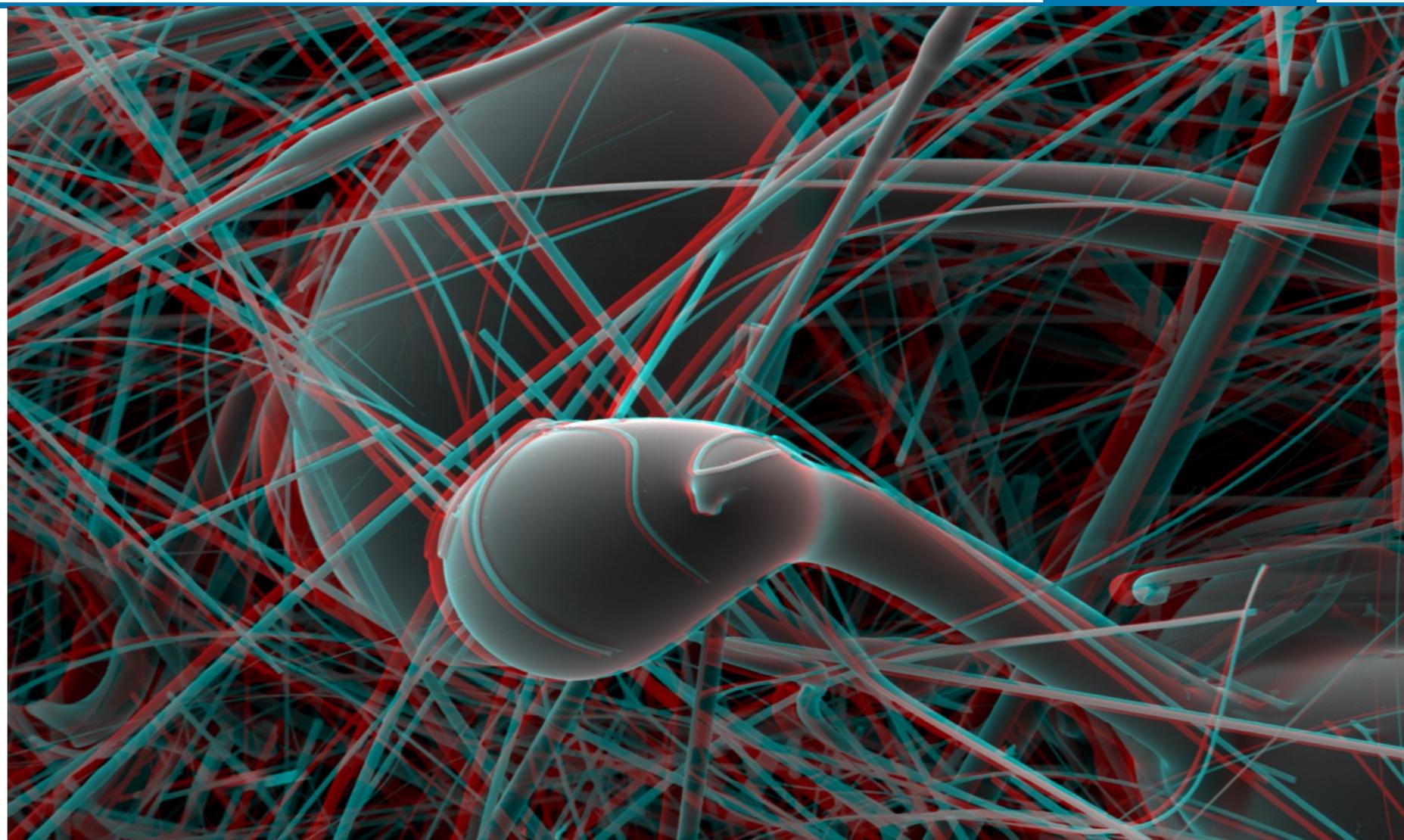


Литография золото на углероде, 5 kV, FOV 2.9 μm

02

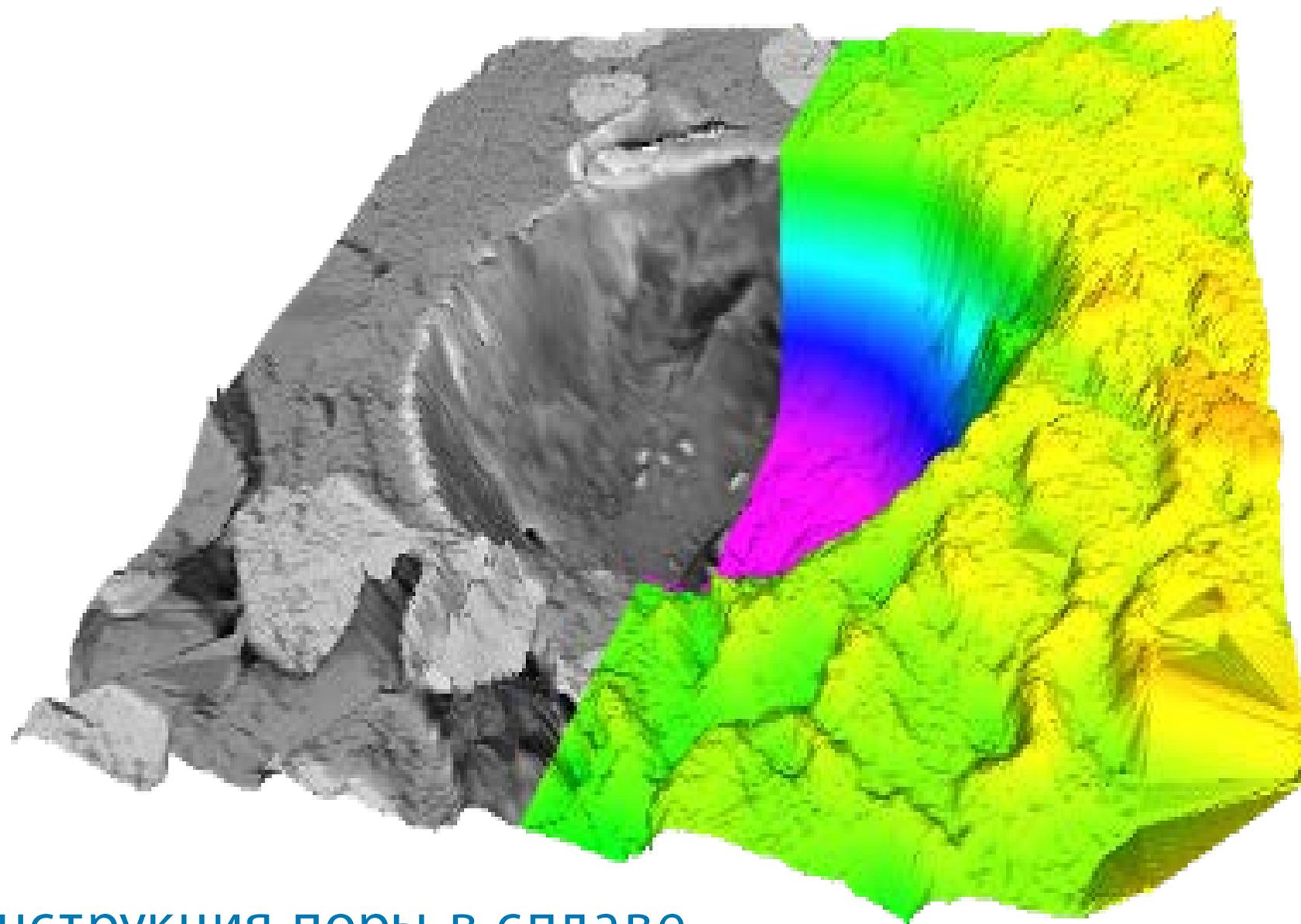
Получение дополнительной информации об образце

Живое стерео



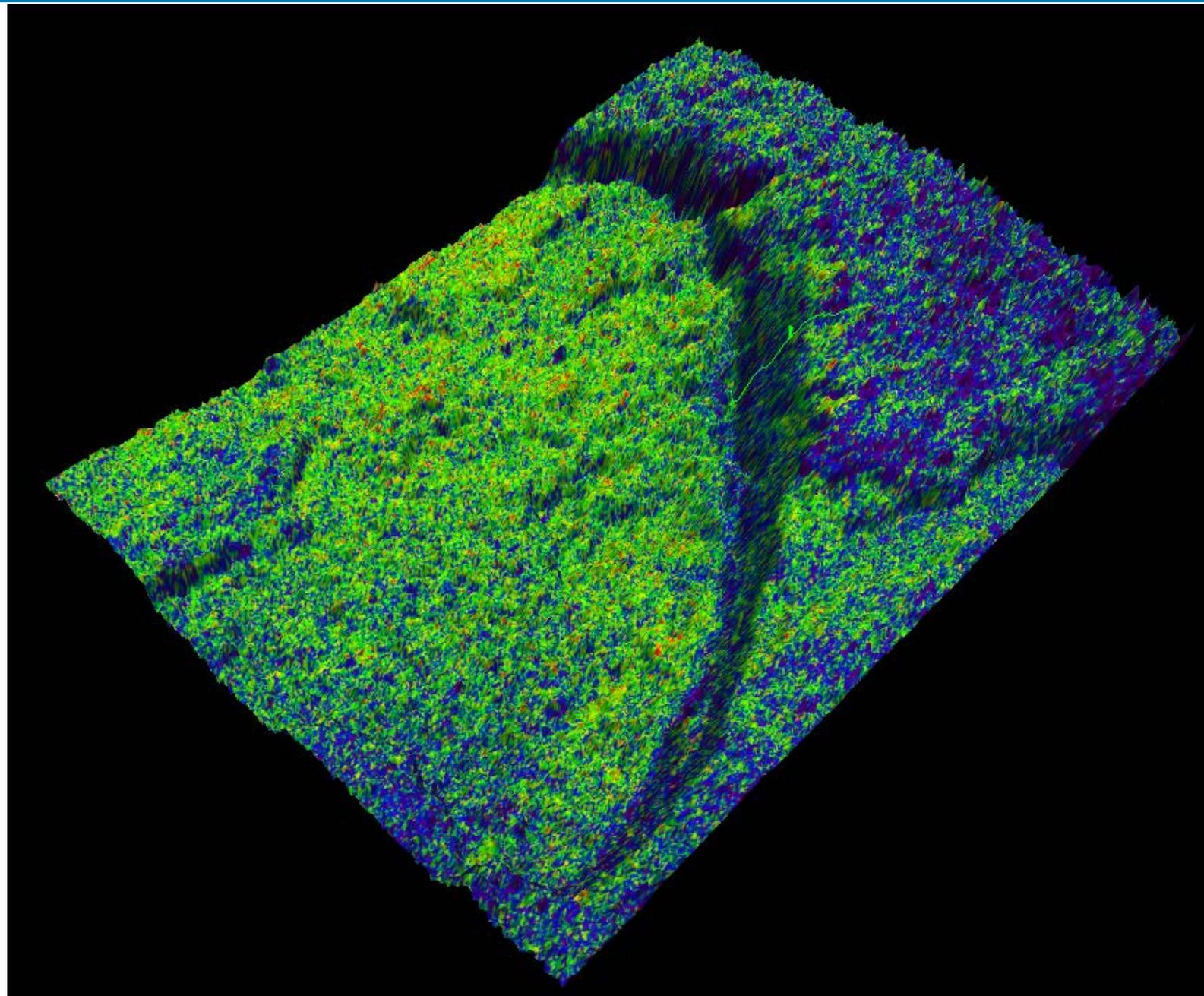
- Запатентовано Tescan
- Не нужно наклонять образец

Живое стерео

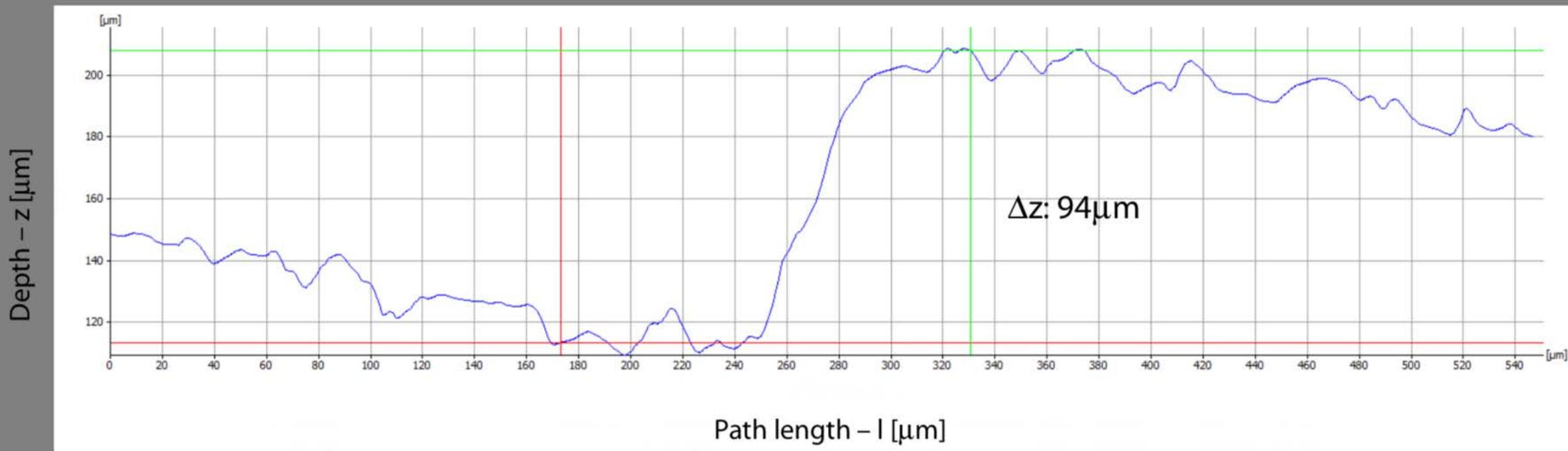


- Трехмерная реконструкция поры в сплаве

Реконструкция участка с коррозией



Реконструкция профиля поверхности участка с коррозией



Ref. Pos.: l: 330.66µm
z: 207.76µm

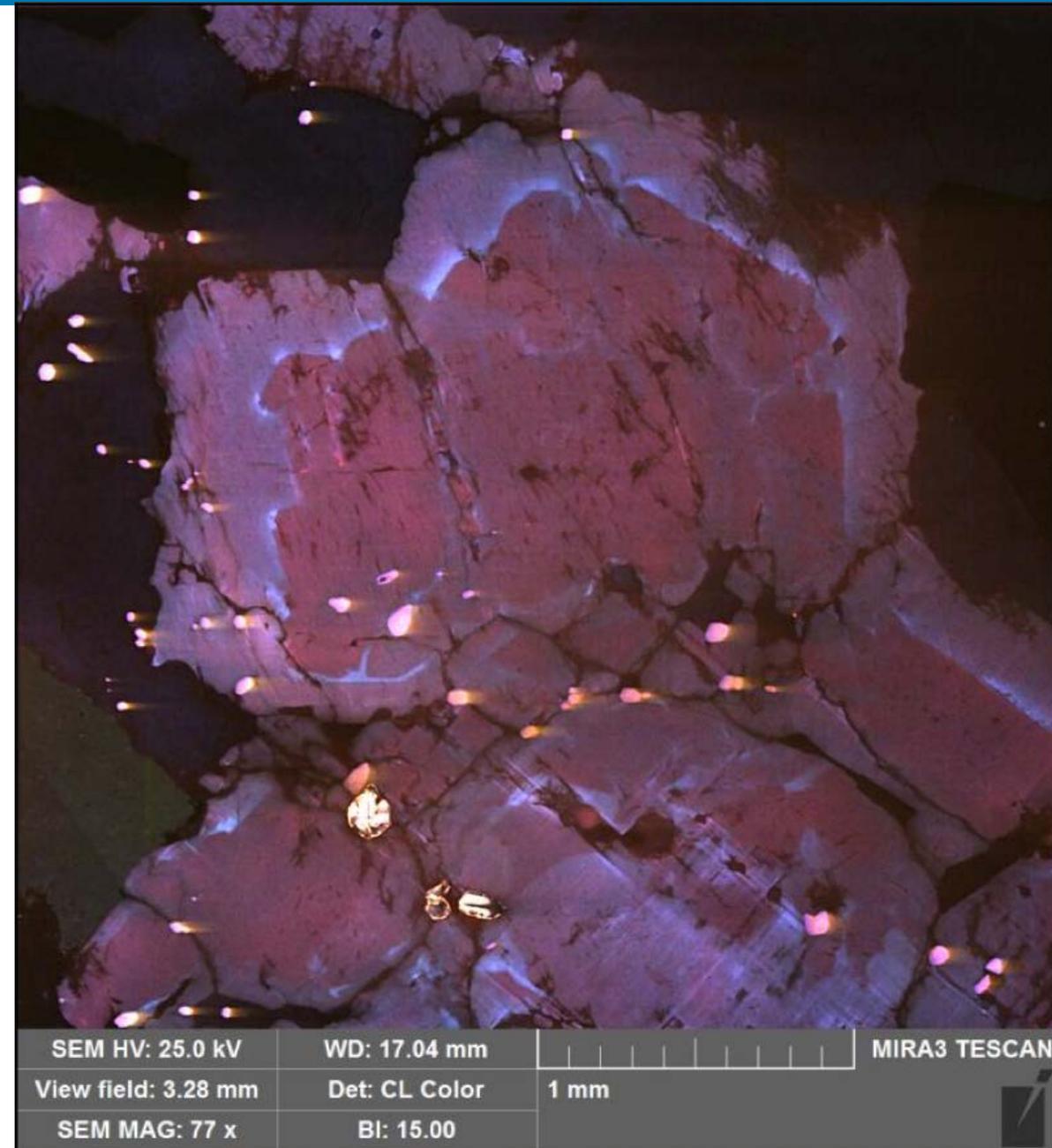
Measure Pos.: l: 173.15µm
z: 113.42µm

Rel. Measurement: delta l: -157.51µm
delta z: -94.345µm

(свечение - эмиссия фотонов),
возникающая под воздействием на
вещество пучка электронов
Разрешение - до 20 нанометров

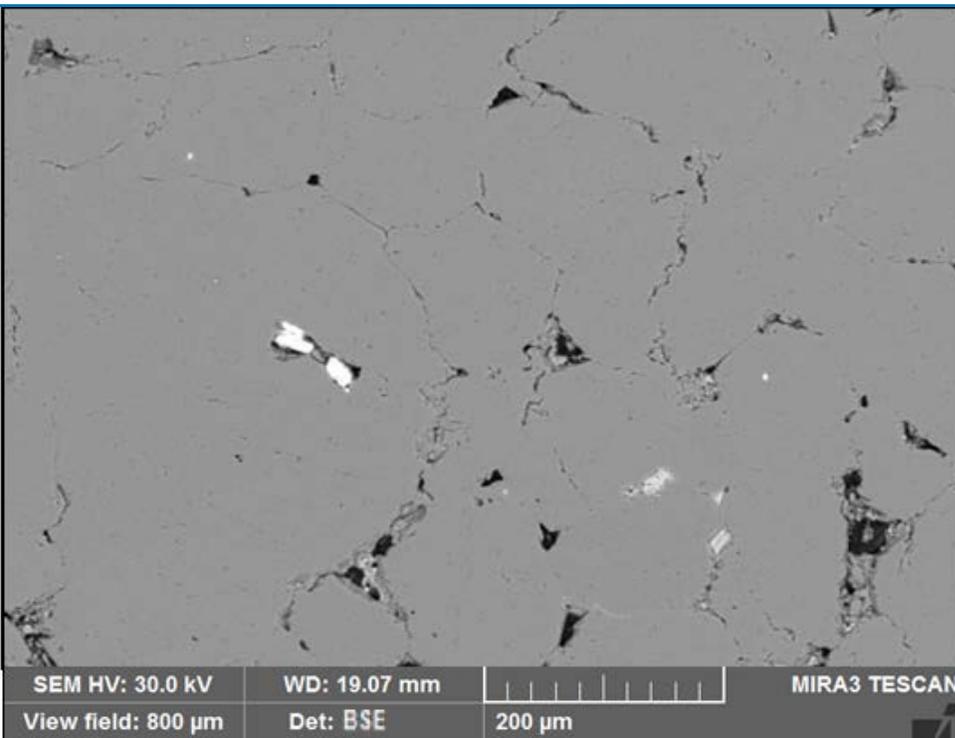
Катодолюминесцентные материалы :

- Минералы, в т.ч.
- драгоценные камни
- Полупроводники
- Оптоэлектронные материалы
- Оксиды
- Стекла
- Некоторые полимеры





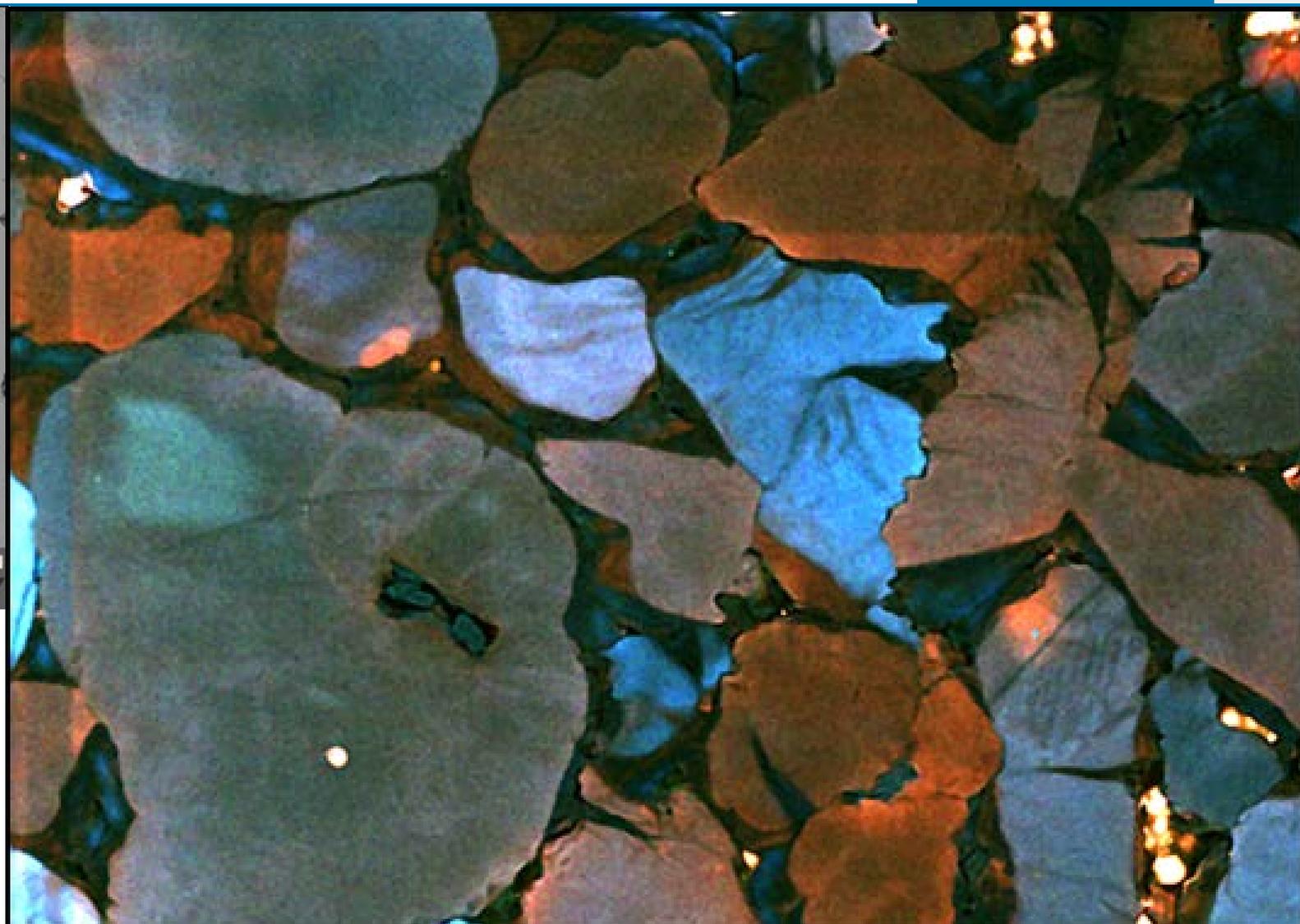
Распределение азота в алмазе (от 0 до 1200 ppm (0.12%).)



BSE

Образец песчаника, один и тот же участок

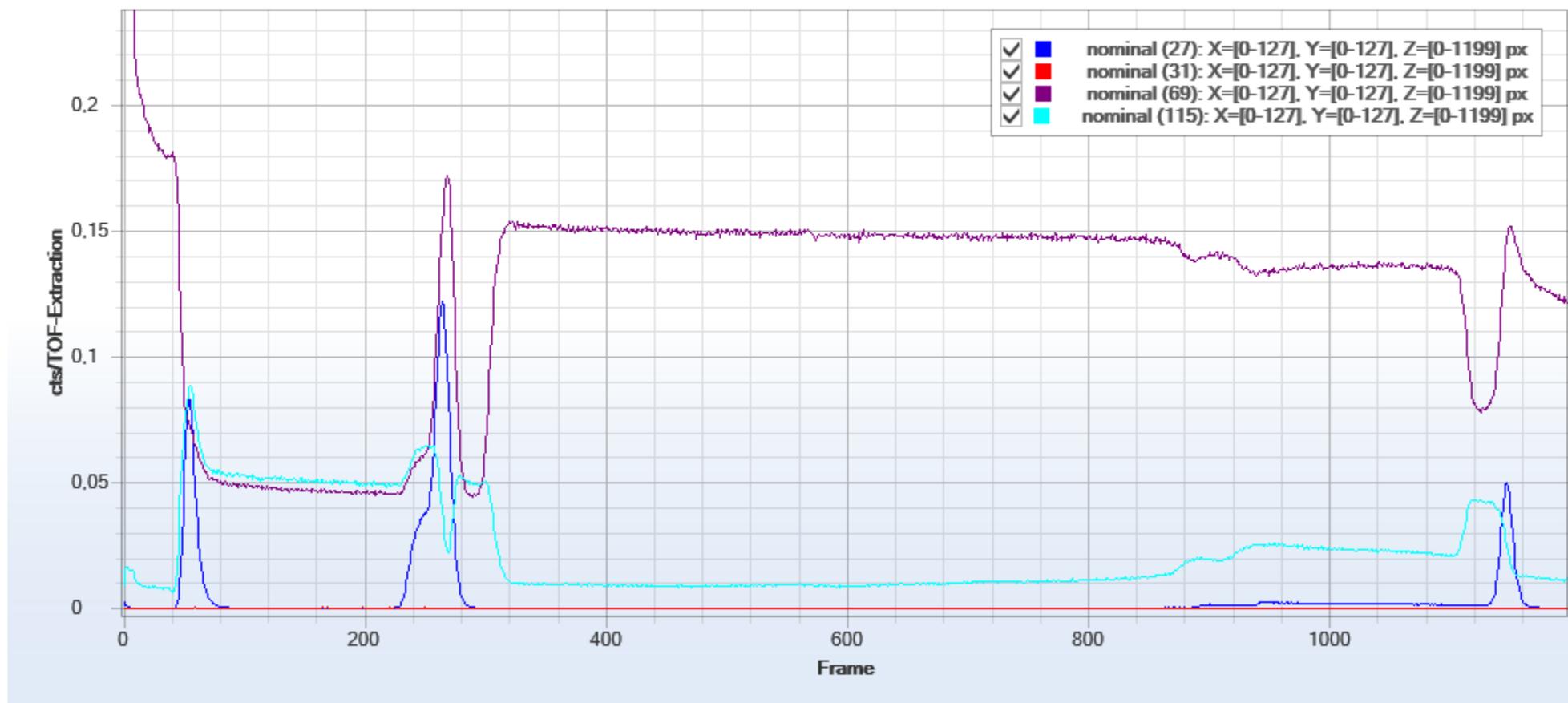
Rainbow CL



TOF-SIMS

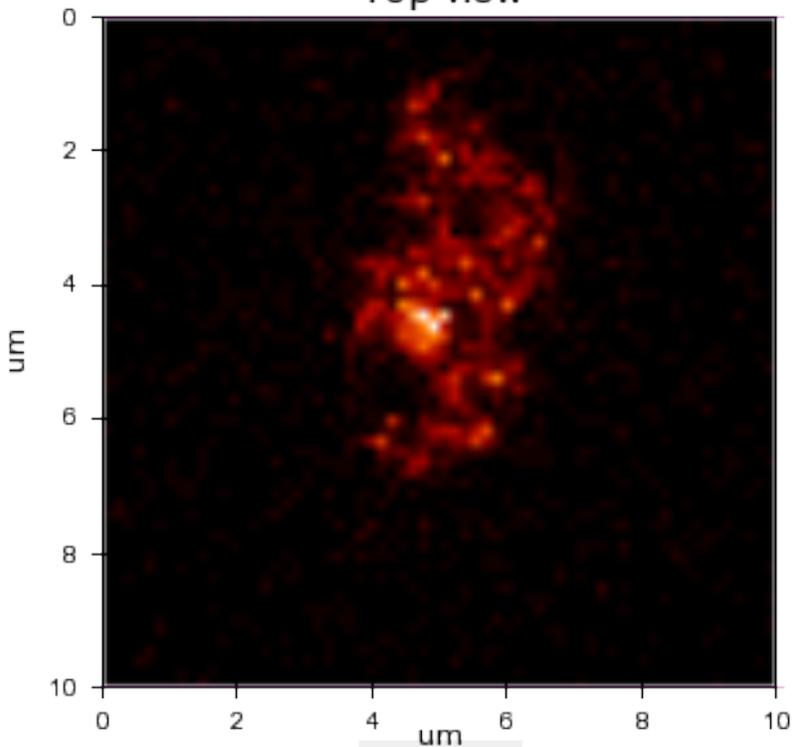
Латеральное разрешение, нм	< 50 (Ga ⁺) < 60 (Xe ⁺)
Разрешение по глубине, нм	< 3
Предел обнаружения, ppm	< 3 (Ga ⁺) < 1,5 (Xe ⁺)
Спектральное разрешение FWHM	> 800 (> 3500)

Depth Profile

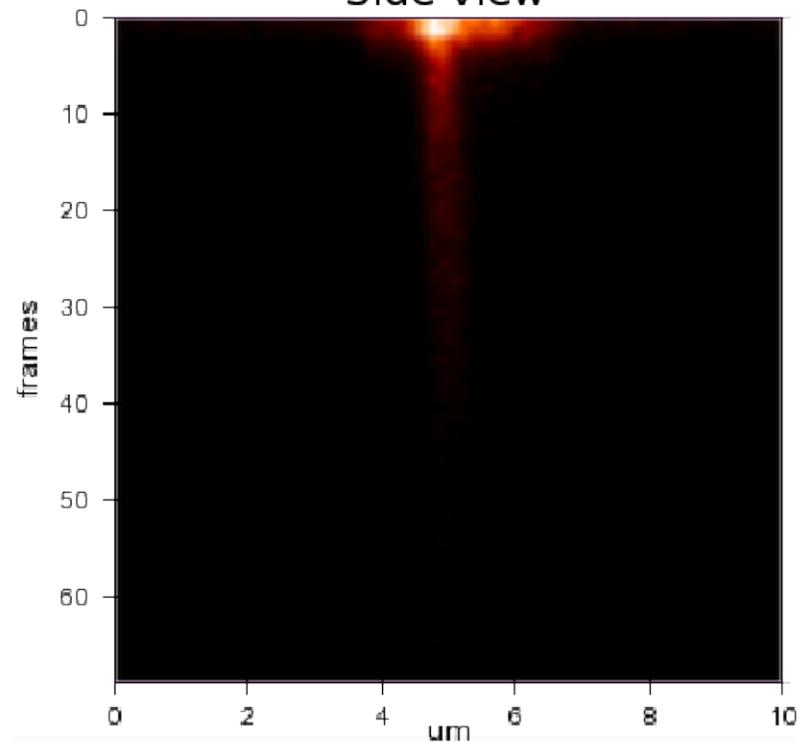


Профиль распределения по глубине $^{27}\text{Al}^+$, $^{31}\text{P}^+$, $^{69}\text{Ga}^+$ и $^{115}\text{In}^+$

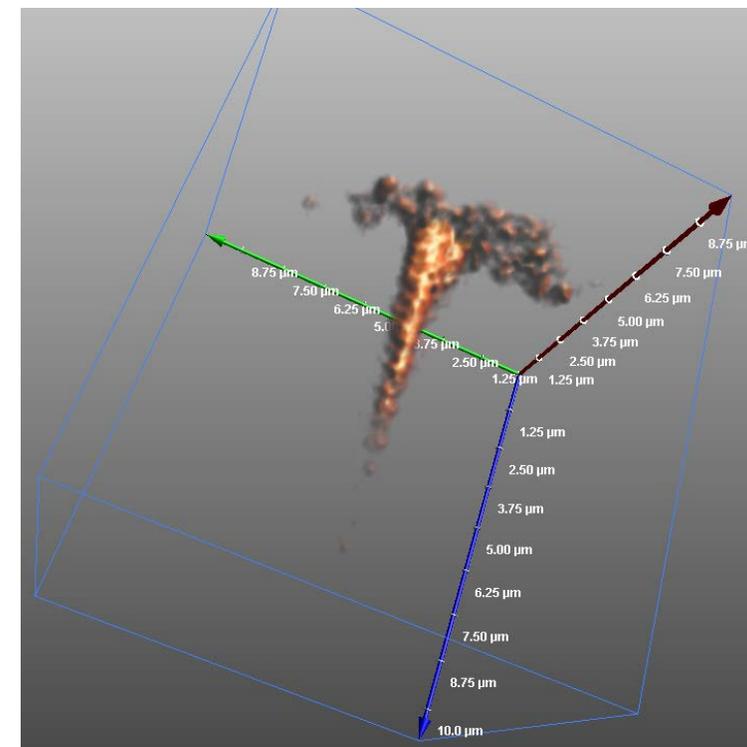
Top view



Side view



3D View

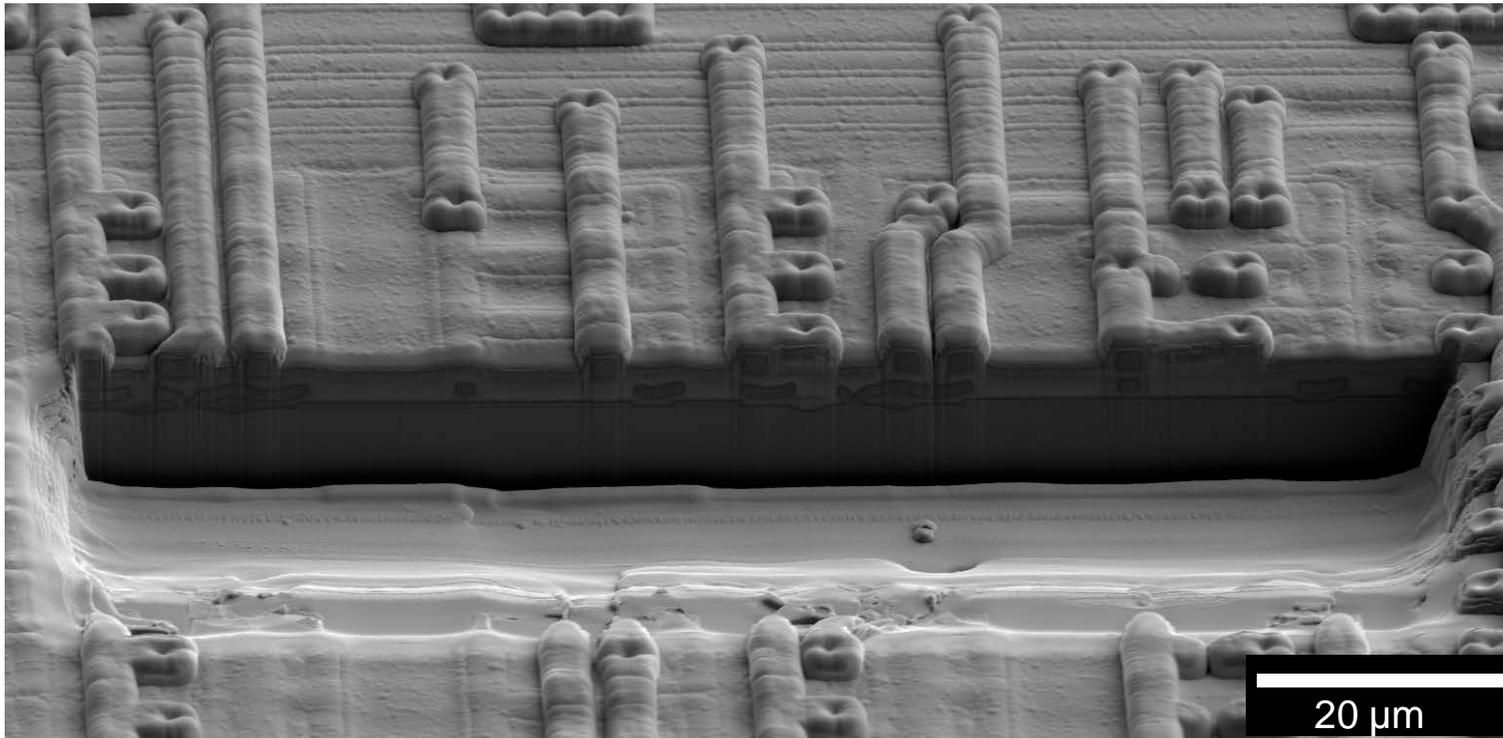


Элемент солнечной батареи. Загрязнение натрием, которое нельзя обнаружить рентреноспектральным микроанализом

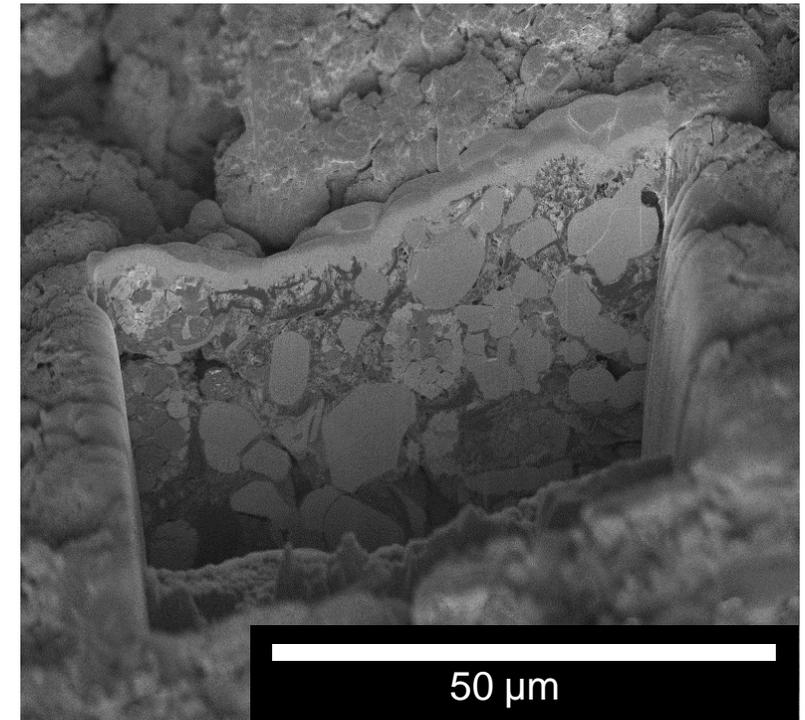
FIB высокой производительности

03

Новая Ga колонна

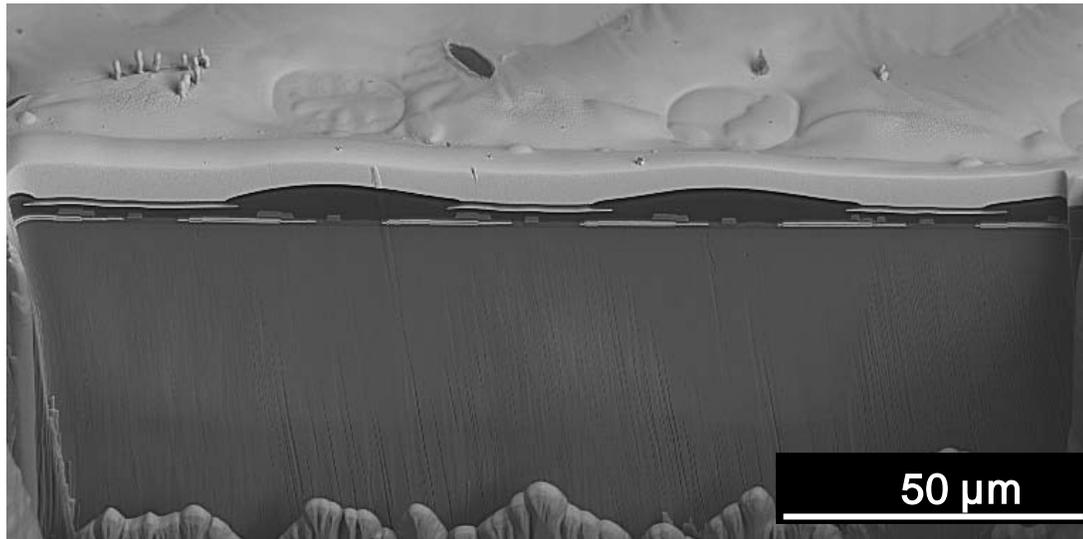


100 μm × 30 μm × 20 μm completed in 20 minutes

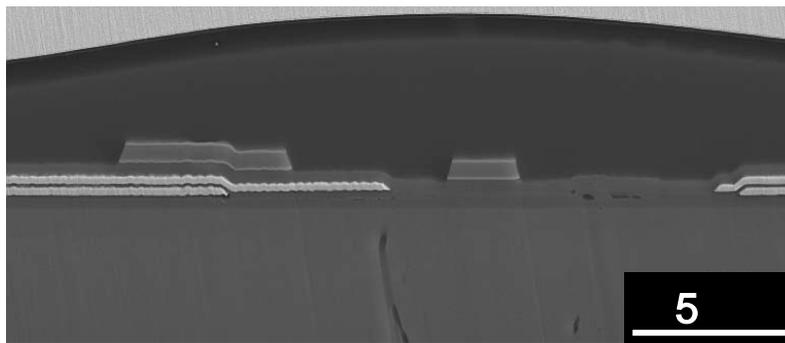


50 μm long lamella in 17 minutes

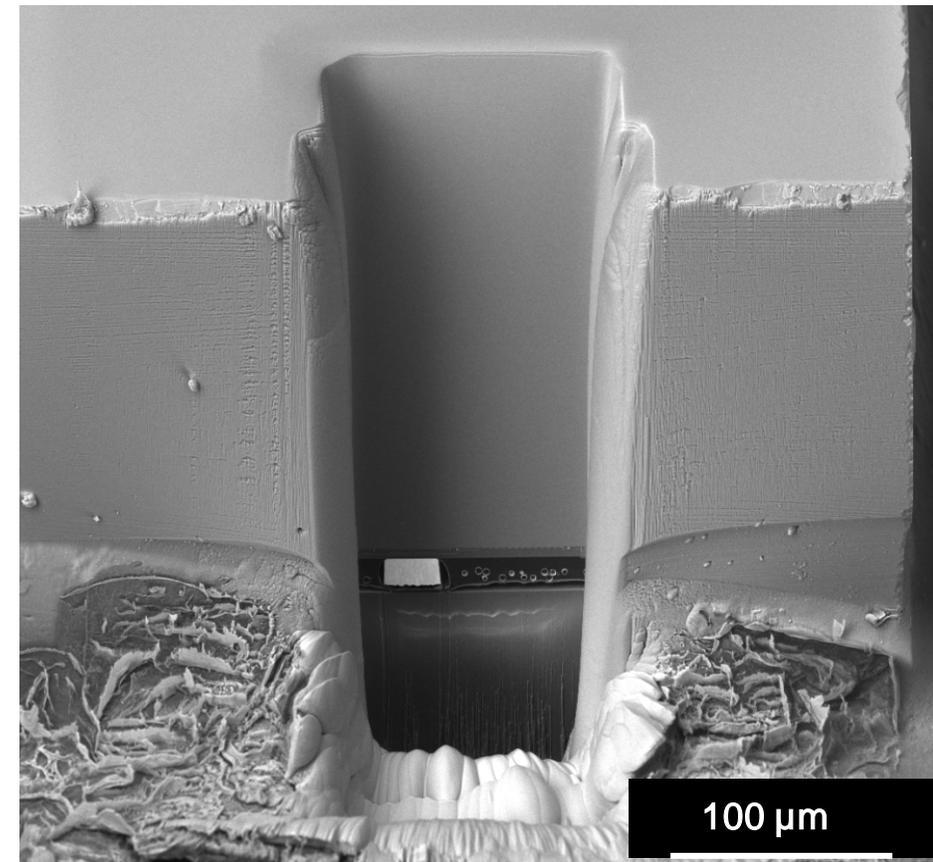
Ток ионного зонда до 100 нА



Поперечный срез OLED-дисплея, подготовленный с помощью плазменной ионной катодки.
Ниже: рабочий слой



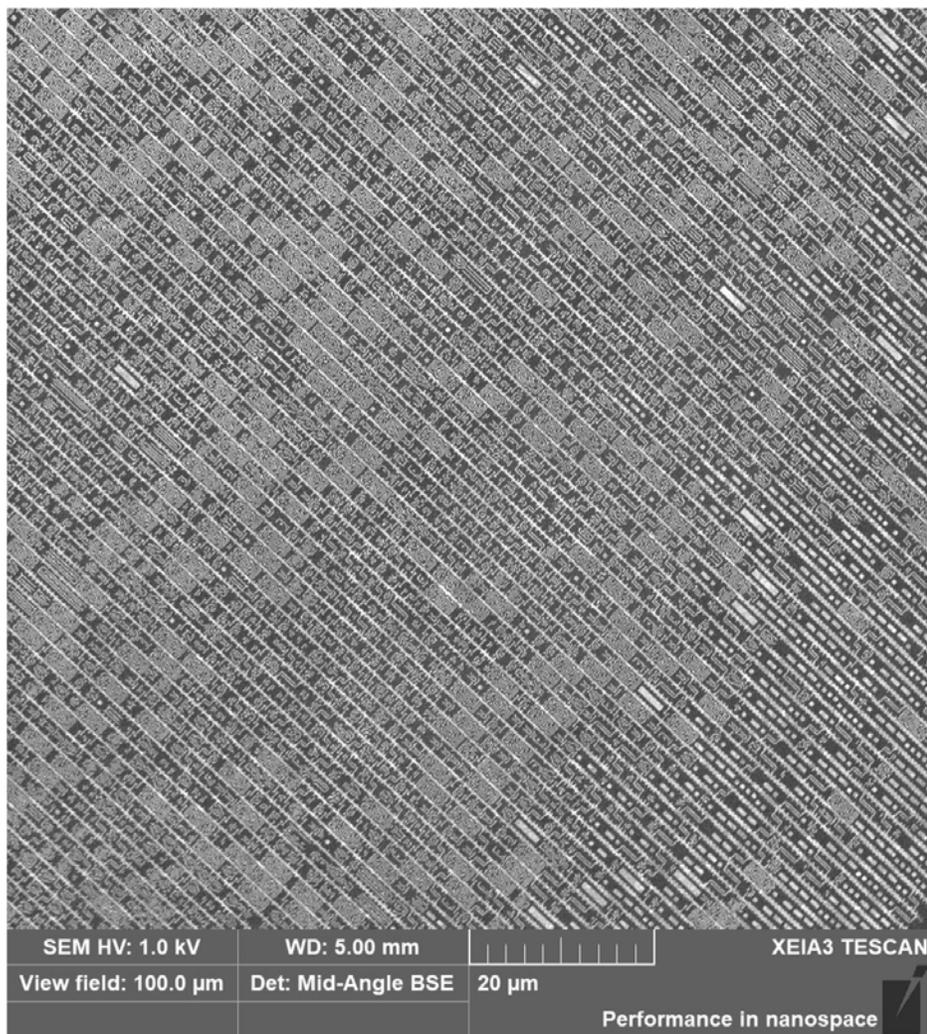
Ток ионного зонда до 2 мкА



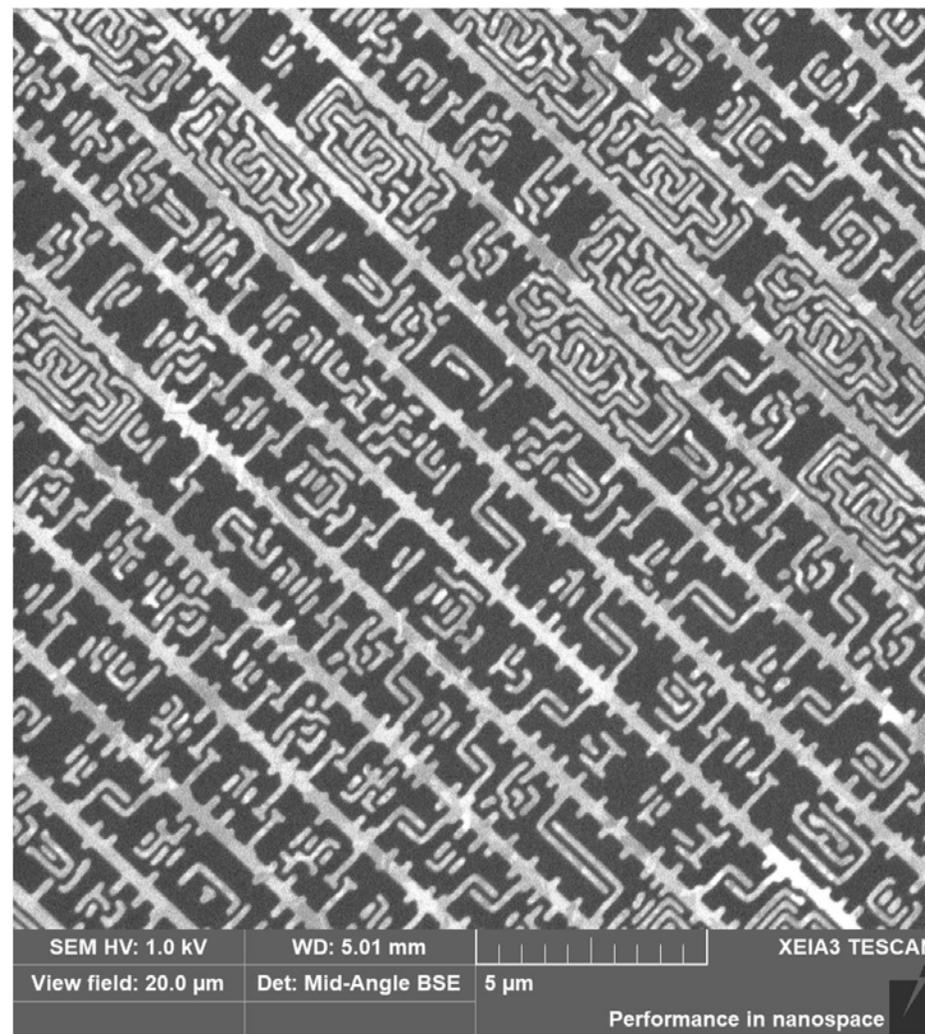
Поперечный срез TFT-панели с обратной стороны.
Объем 200 × 225 × 550 вырезан за 6½ часа.

Большие поперечные срезы: проверка дисплеев

M1



M1 (detailed)



Травление образцов большой площади: контроль микросхем

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ