

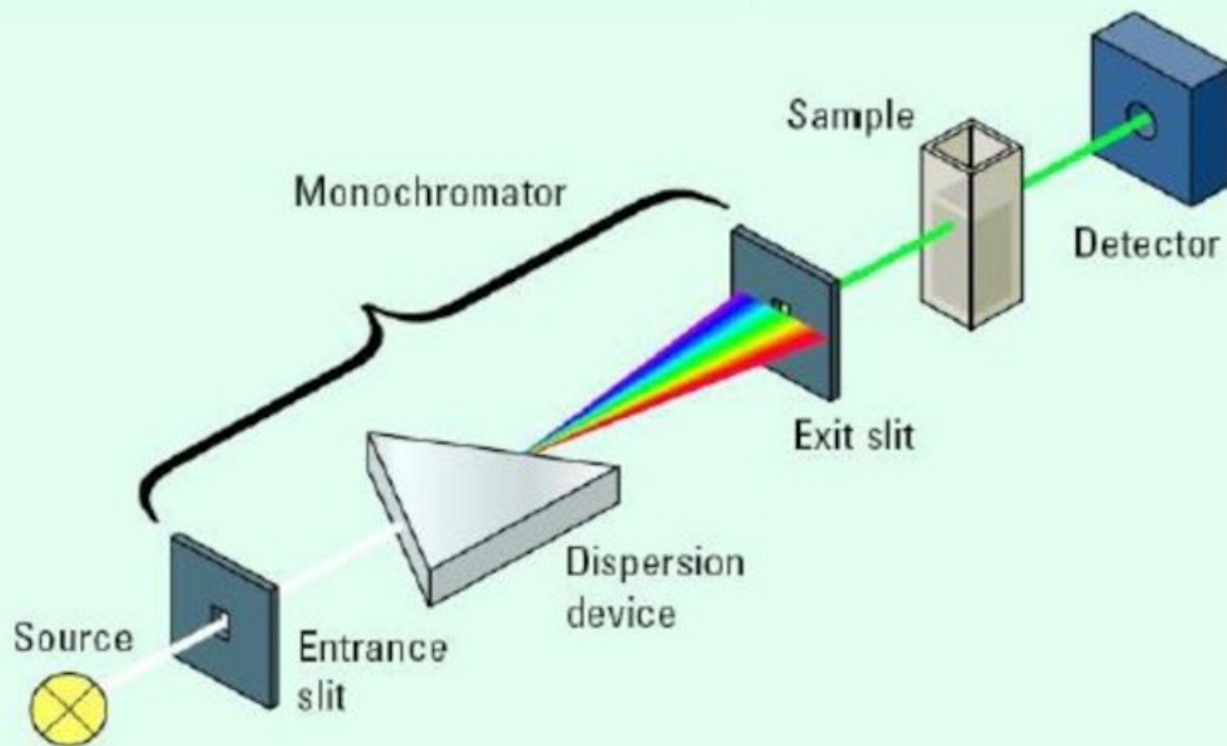


**ПОСТАВЩИК СОВРЕМЕННОГО  
ЛАБОРАТОРНО-  
АНАЛИТИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ И РЕШЕНИЙ!**

[www.energolab-ae.com](http://www.energolab-ae.com)

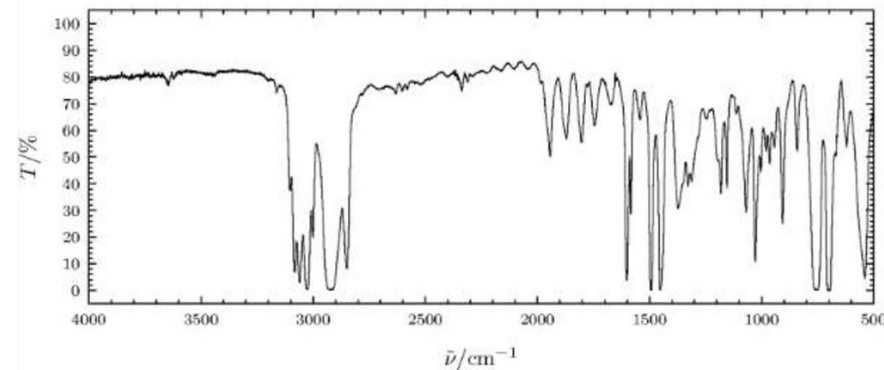
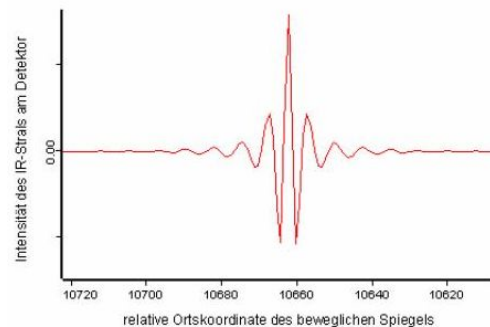
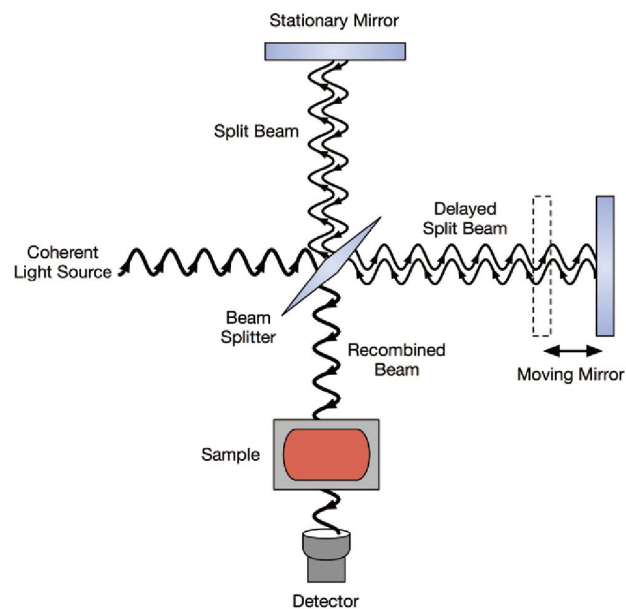
# Спектроскопия поглощения (ИК, УФ-Вид)

Оптическая схема традиционного спектрометра



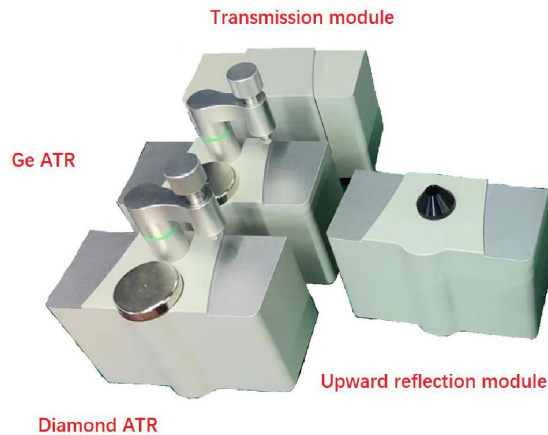
# ИК-Фурье спектрометры- принцип работы

## Оптическая схема интерферометра Майкельсона



- Пробоподготовка в спектроскопии поглощения заключается в получении оптически прозрачного слоя образца разными способами!
- Наличие или отсутствие спектра определяется дипольным моментом в молекуле

# ИК-Фурье спектрометры SINTECON IR10

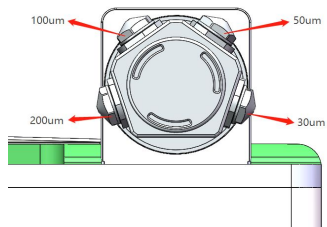


## Sintecon IR10

- Компактный размер, высокая портативность.
- Светоделитель ZnSe или другие
- Быстрая замена приставок – НПВО, МНПВО, на пропускание, отражения, газовые кюветы разной длины и др.
- Для лабораторий контроля качества, учебных и с лимитированными площадями

Параметр	Стандартная конфигурация	Опция
Спектральное разрешение	$\leq 2 \text{ см}^{-1}$	$\leq 1 \text{ см}^{-1}$
Спектральный диапазон	5000-500 $\text{см}^{-1}$	7800-350 $\text{см}^{-1}$
Источник света	Керамический источник света	-
Светоделитель	Селенид цинка	КBr
Детектор	DLATGS	МСТ с электроохлаждением
Камера для образцов	Кюветное отделение для работы на пропускание	Модули НПВО, в том числе нагреваемые до 100°C, МНПВО, модуль для газовых многоходовых кювет, проточные кюветы, модули диффузного и зеркального отражения
Сигнал/шум	$\geq 10\,000:1$	
Интерферометр	Кубический уголкового интерферометр	

# ИК-Фурье спектрометры SINTECON IR10



## Sintecon IR10-RT

- Качественный/количественный анализатор жидкости на пропускание – полностью заменяет жидкостные кюветы.
- Оптический путь - 30, 50, 100, 200 мкм, до 1000 мкм.
- Материал жидкостной ячейки - ZnSe, дополнительно - CaF<sub>2</sub>, алмаз.



## Sintecon IR10-CE

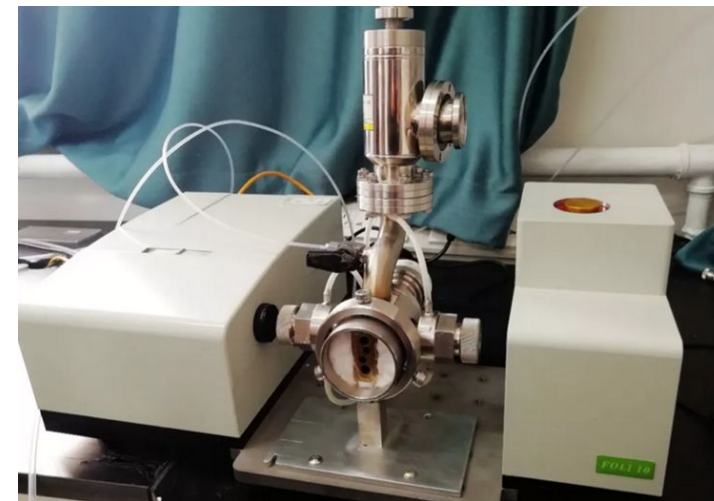
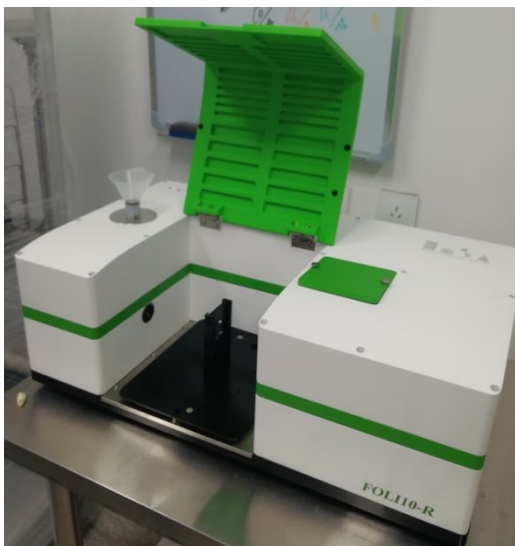
- Качественный/количественный анализатор жидкостей.
- Проточная кювета ZnSe, алмаз.
- Кинетика химических реакций, растворения
- Исследовательские лаборатории



## Sintecon IR10 Porter

- Интегрированная, портативная конструкция, уровень защиты IP67.
- Идентификация и поиск по библиотекам.
- НПВО с алмазом
- Анализ вне лаборатории – геологи, экологи, археологи

# ИК-Фурье спектрометр SINTECON IR15



- Разрешение - лучше  $1 \text{ см}^{-1}$
- Отношение сигнал/шум – более 20000:1
- Две приставки могут быть установлены одновременно
- Возможна установка двух детекторов - DTGS и охлаждаемого MCT детектора
- Простая адаптация различных пользовательских экспериментов
- Двойное кюветное отделение – опция. Переключение между приставками без их извлечения

# ИК-Фурье спектрометр SINTECON IR15

Параметр	Стандартная конфигурация	Опция
Спектральное разрешение	$\leq 1 \text{ см}^{-1}$	-
Спектральный диапазон	5000-500 $\text{см}^{-1}$	7800-350 $\text{см}^{-1}$
Источник света	Керамический источник света	-
Светоделитель	Селенид цинка	KBr/Ge
Детектор	DLATGS	MCT с охлаждением жидким азотом
Камера для образцов	Кюветное отделение	Второе кюветное отделение с переключением луча
Сигнал/шум		$\geq 20\,000:1$
Точность пропускания		$\leq 0,1\%T$
Интерферометр		Кубический уголкового интерферометр

# ИК-Фурье спектрометр SINTECON IR15

Комбинированная приставка диффузного отражения и пропускания для анализа катализаторов *in situ*

- Резервуар из нержавеющей стали
- Окна из фторида бария и сапфировое окно для ввода и вывода излучения
- Диапазон температур – от 20 до 800°C
- Диапазон давлений – 133кПа – 0,133 МПа
- Водяное охлаждение корпуса
- Ввод газов-реактантов
- Термодатчики для контроля температуры





# ИК-Фурье спектрометр SINTECON IR20



## Sintecon IR20

- Исследовательский ИК-Фурье спектрометр с большим набором приставок и расширяемым диапазоном
- Разрешение - лучше  $0,25 \text{ см}^{-1}$
- Широкий спектральный диапазон -  $12800\text{-}350 \text{ см}^{-1}$
- МСТ детектор с охлаждением Пельтье элементами или жидким азотом.
- Выбор детекторов для ближней ИК-области

Параметр	Стандартная конфигурация	Опция
Спектральное разрешение	$\leq 0,4 \text{ см}^{-1}$	$\leq 0,25 \text{ см}^{-1}$
Спектральный диапазон	$7800\text{-}350 \text{ см}^{-1}$	$12800\text{-}4000 \text{ см}^{-1}$
источник света	Керамический источник света	Вольфрамовая лампа накаливания
Светоделитель	Германий/KBr	Кварцевый светоделитель, светоделитель $\text{CaF}_2$ , светоделитель из селенида цинка и т. д.
Детектор	DLATGS	МСТ с охлаждением жидким азотом; детектор МСТ с электроохлаждением, детектор антимонида индия с охлаждением жидким азотом, детектор германиевый с охлаждением жидким азотом, детектор арсенида индия-галлия с электроохлаждением и т. д.
Камера для образцов	Кюветное отделение	Порт вывода инфракрасного излучения, внешняя камера для образца, вакуумная герметичная внешняя камера сверхвысокого вакуума и т. д.
сигнал-шум		$\geq 40\,000:1$
Точность пропускания		$\leq 0,1\%T$
Интерферометр		Кубический уголкового интерферометр

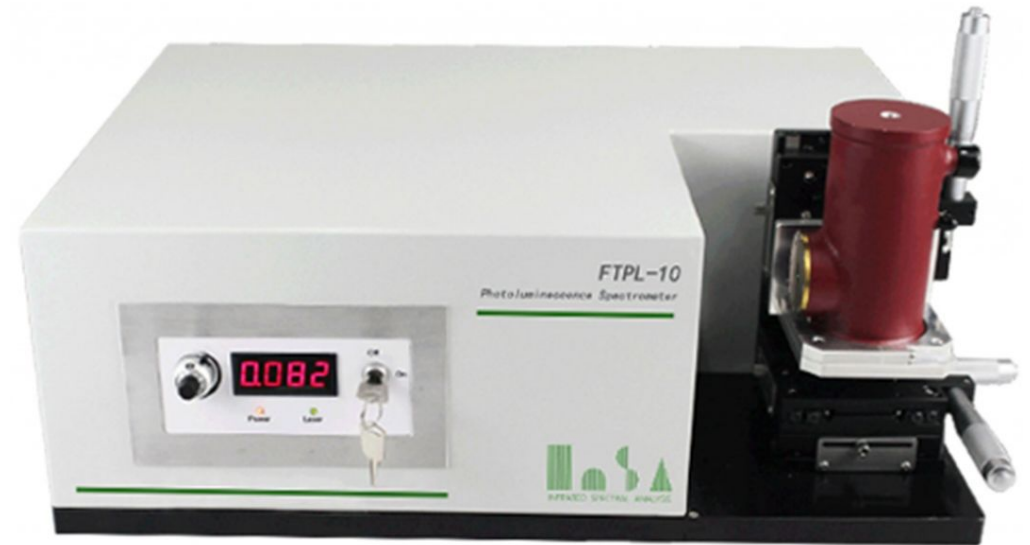
Подходят все стандартные приставки (Pike, Сресас и др.)



# ИК-Фурье спектрометры SINTECON – эмиссионная спектроскопия

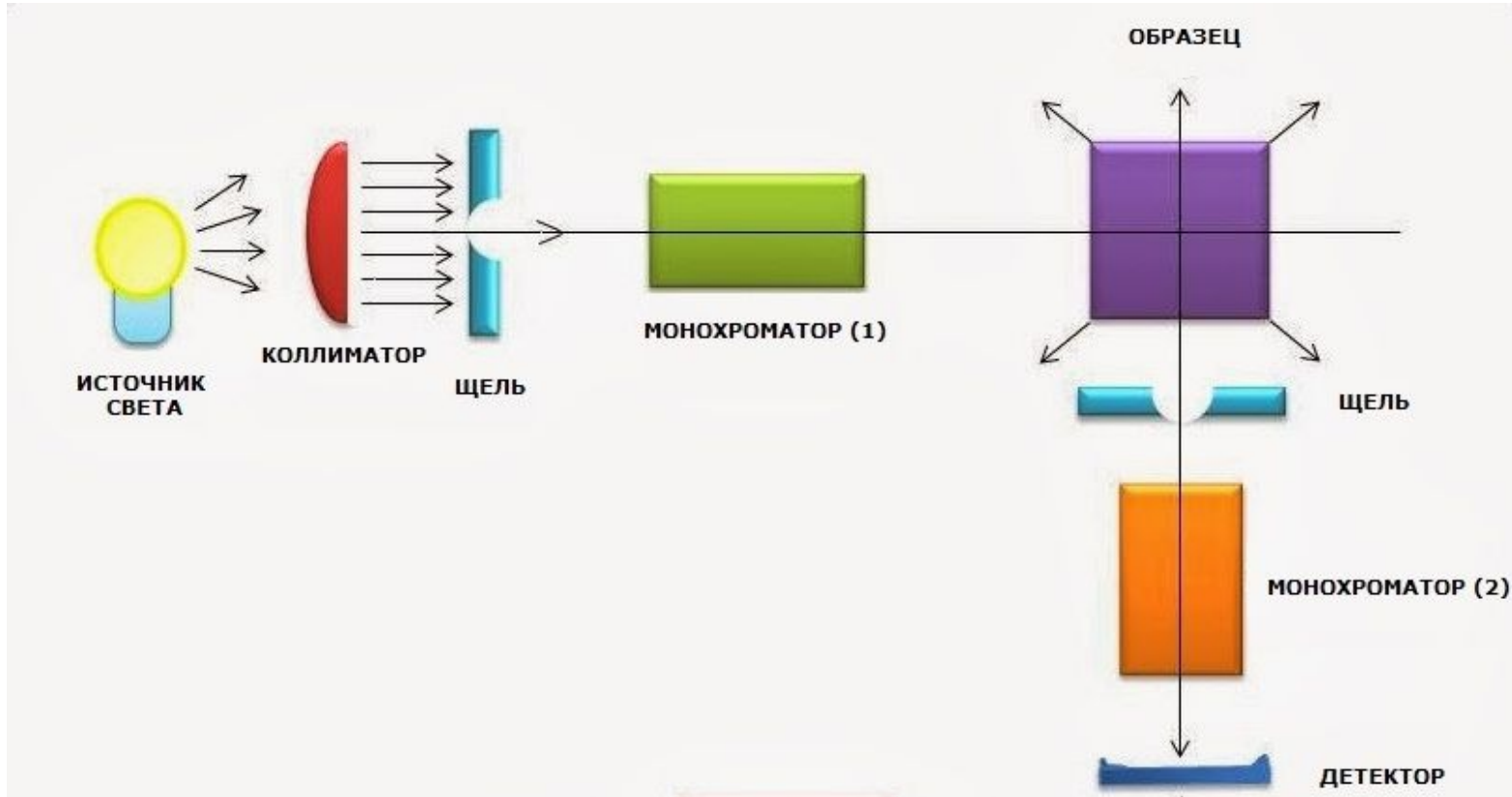


- Автономный эмиссионный инфракрасный спектрометр с компактным оптическим путем и минимальными потерями излучения.
- Измеряет коэффициент излучения, спектральное распределение энергии и т. д.
- Автоматическое переключение оптического пути между высокотемпературным черным телом и высокотемпературной печью для образцов.
- Прямое измерение в среднем и ближнем ИК-диапазоне 1–10 микрон без замены светоделителя.



- Измерение фотолюминесценции в ближнем ИК-диапазоне - 800-2500 нм.
- Двойной источник света возбуждения (532/671 нм), возможна установка других источников света.
- Предварительно оптимизированный, коллимированный, оптический тракт.
- Скорость сканирования 1 спектр/сек.

# Флуоресцентные спектрофотометры –оптическая схема



- Это не спектроскопия поглощения, а эмиссионная спектроскопия
- Регистрируется спектр свечения образца, вызываемого возбуждением падающего света
- Один монохроматор выбирает длину волны возбуждения, второй – регистрирует спектр люминесценции

# Флуоресцентные спектрофотометры SINTECON FL10



- Флуоресцентные спектрофотометры Sintecon FL10 – спектрофотометры среднего класса для молекулярного люминесцентного анализа жидкостей, пленок и порошков.
- Спектрофотометр обеспечивает высокую чувствительность, высокую скорость сканирования, широкий динамический диапазон, быстрое 3D сканирование.
- Качественный и количественный метод
- Соответствует требованиям материаловедения, фармакологии, биохимических и клинических испытаний, анализа и контроля качества воды, пищевых продуктов (молочные продукты, водорастворимые субстанции – афлатоксин, витамин С, селен) и другие области применения. Методики хорошо известны.

# Флуоресцентные спектрофотометры SINTECON FL10



Спецификации флуоресцентного спектрометра Sintecon FL10	
Источник возбуждения	150Вт ксеноновая лампа (Hamamatsu)
Диапазон возбуждения	200нм~900нм
Диапазон эмиссии	200нм~900нм
Щель возбуждения	FL10Pro : 2нм, 5нм, 10нм, 20нм
	FL10 : 10нм
Щель эмиссии	FL10Pro : 2нм, 5нм, 10нм, 20нм
	FL10 : 10нм
Точность по длине волны	FL10Pro : $\pm 0.4$ нм
	FL10 : $\pm 1.0$ нм
Воспроизводимость по длине волны	FL10Pro : $\leq 0.2$ нм
	FL10 : $\leq 0.5$ нм
Отношение сигнал/шум	FL10Pro : S/N $\geq 200$ (щель 10нм) (P-P)
	S/N $\geq 1200$ (щель 10нм) (RMS)
	S/N $\geq 12000$ (щель 10нм) (RMSBG)
Чувствительность	FL10 : S/N $\geq 150$ (щель 10нм) (P-P)
	S/N $\geq 1000$ (щель 10нм) (RMS)
	S/N $\geq 10000$ (щель 10нм) (RMSBG)
Чувствительность	FL10Pro : $\leq 5 \times 10^{-11}$ г/мл (Раствор хинина сульфата)
	FL10 : $\leq 1 \times 10^{-10}$ г/мл (Раствор хинина сульфата)
Линейность	$\gamma \geq 0.995$
Воспроизводимость пиков	$\leq 1.5\%$
Стабильность (10мин)	Zero Drift : $\pm 0.3$
	Value Limit : $\pm 1.5\%$
Скорость сканирования	переключается, максимум 48000нм/мин
Динамический диапазон	0.00-10000.00
Интерфейс	USB2.0
Мощность потребляемая	200W
Напряжение питания	AC 220V/50Hz ; 110V/60Hz
Габариты	380×445×310 (мм)
Масса	нетто : 12кг, брутто : 14кг

# Флуоресцентные спектрофотометры SINTECON FL20



- Флуоресцентный спектрофотометр Sintecon FL20 – оборудование исследовательского класса для молекулярного люминесцентного анализа жидких и твердых образцов.
- Спектрофотометр обеспечивает высокое отношение сигнал/шум, высокую скорость сканирования, высокое разрешение и точность по длине волны, а также позволяет работать с большим набором аксессуаров.
- Горизонтальное положение спектральной щели позволяет исследовать минимальные количества образца в кюветах.

# Флуоресцентные спектрофотометры SINTECON FL20



Спецификации флуоресцентного спектрометра Sintecon FL20	
Источник возбуждения	150W ксеноновая лампа (Hamamatsu)
Диапазон возбуждения	200нм~900нм
Диапазон эмиссии	200нм~900нм
Щель возбуждения	1нм/2нм/5нм/10нм/20нм
Щель эмиссии	1нм/2нм/5нм/10нм/20нм
Точность по длине волны	±0.4нм
Воспроизводимость по длине волны	≤0.2нм
Отношение сигнал/шум	S/N≥350(P-P) S/N≥1000(RMS)
Чувствительность	≤5×10 <sup>-11</sup> г/мл (Раствор сульфата хинина)
Линейность	γ≥0.995
Воспроизводимость пиков	≤1.5%
Скорость сканирования	переключается, максимум 60000нм/мин
Минимальный объем образца	0.5мл (в стандартной 10 мм кювете)
Фильтр подавления порядков	Встроенный
Динамический диапазон	-9999 ~ 9999
Время отклика	0.02/0.1/0.5/1/2/4/8 с, автоматическая установка
Интерфейс	USB2.0
Потребляемая мощность	200W
Напряжение питания	AC 220V/50Hz ; 110V/60Hz
Размеры инструмента	610×460×365 (мм)
Масса	нетто : 21кг, брутто : 26кг



# Флуоресцентные спектрофотометры SINTECON FL20



Универсальный  
держатель образцов



Держатель пленок



Держатель для порошков



Держатель для кювет



Держатель для пробирок



Приставка для изучения  
ап-конверсии



Приставка для изучения  
квантового выхода



Приставка для  
автоматического  
переключения поляризации



**OPTOSKY**  
Spectroscopy Solutions



# Компания Optosky Photonics Inc

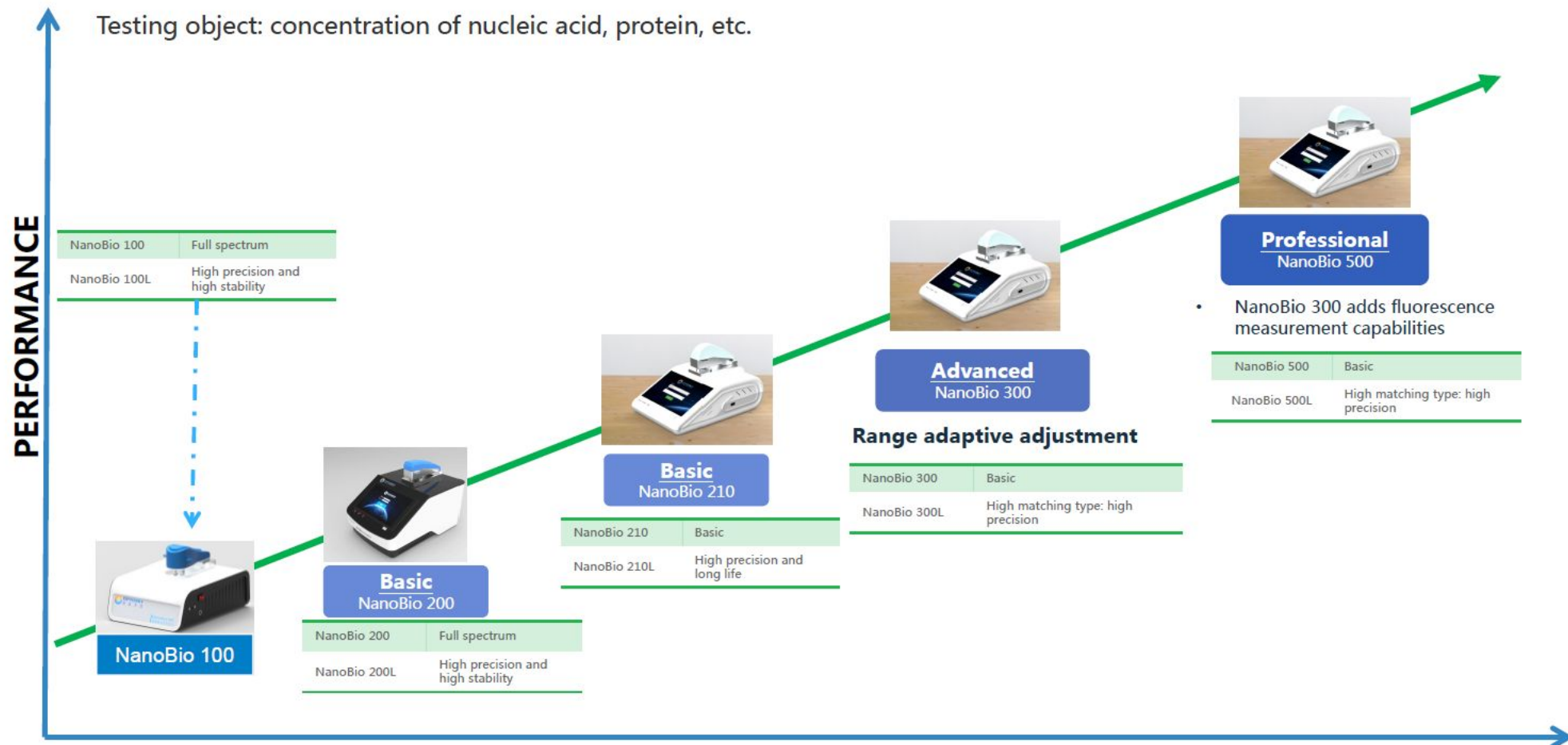
## Company



- 20 лет опыта в разработке спектрометров
- Основной разработчик рамановских спектрометров в Китае
- Поддерживается академией наук КНР
- Правительственные гранты



# Семейство наноспектрофотометров производства Optosky



# Семейство рамановских спектрометров производства Optosky



## Raman Spectrometer

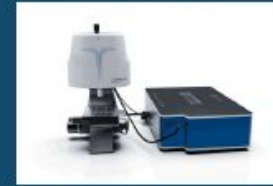
### Raman Microscope



ATR8800



ATR8500



ATR8300pro



ATR8300



ATR8000

### Portable or Benchtop Raman



ATR3110



ATR3000



ATR3000FD



ATR 3200

### Handheld Raman Analyzer



ATR6600 Pro  
Super Speed 1064nm



ATR6600  
1064nm



ATR6500CH  
785nm



ATR6500CH  
532nm



ATR6500  
785nm



Mini-Raman  
ATR1600



Teaching Raman  
ATR1200



Mini portable Raman  
ATR2500



Underwater Raman  
ATR3700

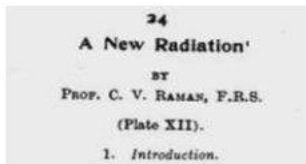


# Основы рамановской спектроскопии

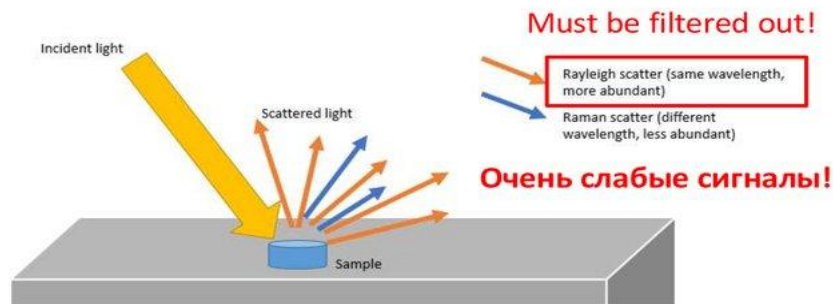
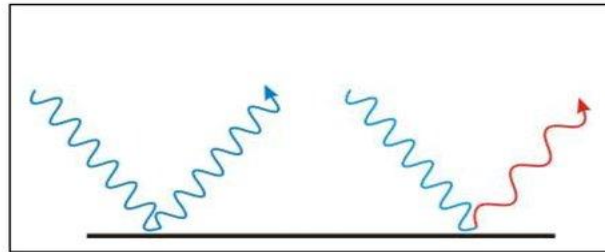
## Raman spectroscopy



C.V. Raman,  
1930 Nobel Prize



Elastic scattering      Raman scattering



- Это тоже один из видов эмиссионной спектроскопии
- Пробоподготовка в рамановской спектроскопии отсутствует, так как изучается рассеяние от образца, а не поглощение/пропускание. Получения оптически прозрачного слоя образца не требуется!
- Наличие или отсутствие спектра определяется поляризуемостью связей в молекуле

# Распределение компонентов в лекарственных формах

Анадин Экстра

Визуализация распределения компонентов

Размер таблетки

18 мм × 7 мм × 5.6 мм

Картинка А

Получена за 4 мин

более 10,000 спектров

Картинки В и С

Каждая картинка:

Получается за 9 минут

Более 36,000 спектров

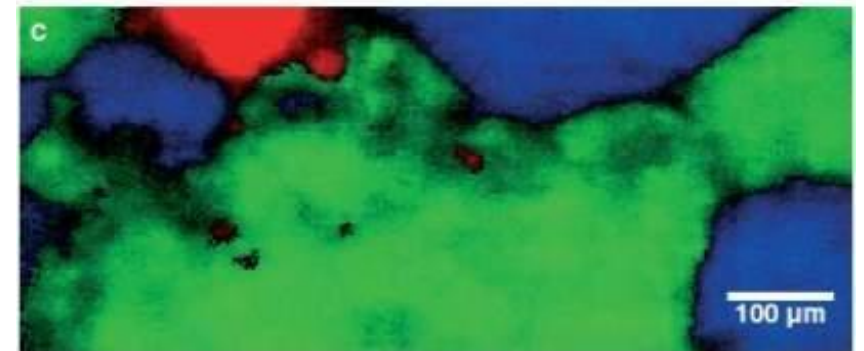
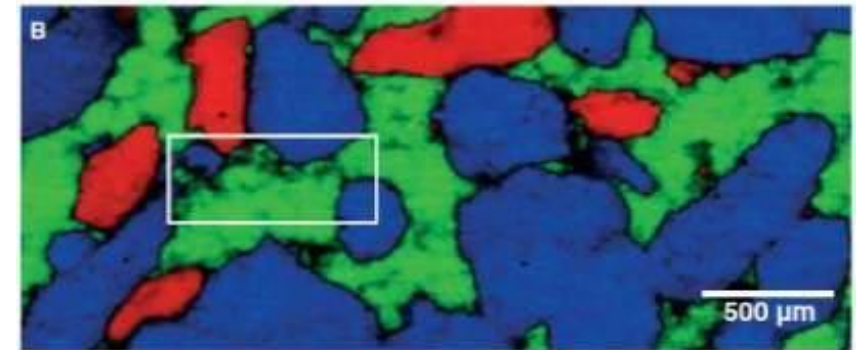
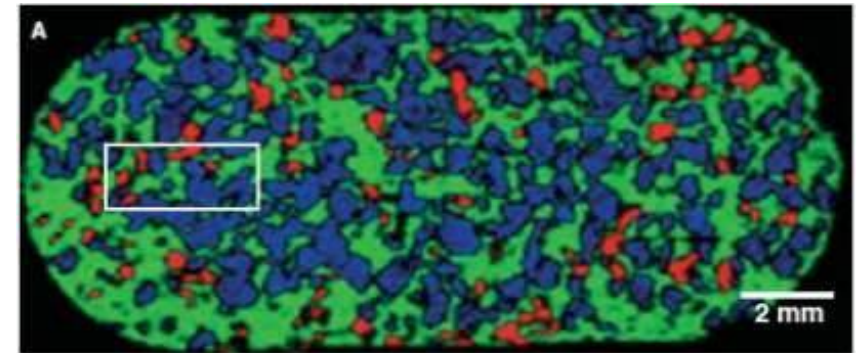
Таблетка содержит:

красный: кофеин

зеленый: парацетамол

голубой: аспирин

Наполнители (крахмал, и т.д.)



# Ручные спектрометры серии ATR 6000

- Предназначены для оперативного неразрушающего анализа различных материалов – минералов, лекарственного сырья, пластиков и других объектов.
- Рабочее расстояние щупа – 5-6 мм.
- Выбор длин волн возбуждения 785 или 1064 нм позволяет подобрать режим с минимальной флуоресценцией образца.
- Соответствует требованиям защиты по IP-67.
- Подлежит валидации по IQOQRQ.

Операционная система	Android
Длины волн возбуждения	785 нм, 1064 нм
Спектральный диапазон	200-4000 см <sup>-1</sup> для 785 нм, 200-2500 см <sup>-1</sup> для 1064 нм
Разрешение	10-12 см <sup>-1</sup>
Сенсорная панель	5.5", 1920×1080, Multi-Touch
Размер	172×85×30 мм
Масса	450 – 1150 г в зависимости от модели
Интерфейс	WIFI, USB Type-C, Bluetooth, GSM
Форматы отчета	pdf, csv, txt
Спектральные базы данных	Наличие
Питание	Аккумулятор на 72 часа работы
Зарядное устройство	USB Type-C
Рабочие температуры	-20 – 50 °C





# Портативные спектрометры серии ATR 3000



	ATR3000	ATR3110	ATR3110PS	ATR3110LT	ATR3200
Range & Resolution* <sup>1</sup> /cm <sup>-1</sup>	200-2600 @ 6.5 150-3450 @ 9.0 150-4400 @ 12	200-2600 @ 6.5 150-3450 @ 9.0 150-4400 @ 12	200-2600 @ 6.5 150-3450 @ 9.0 150-4400 @ 12	200-2400 @ 7.4 200-3200 @ 10 150-4000 @ 13	200-2600 @ 6.5 150-3450 @ 9.0 150-4400 @ 12
Laser power /mW	0-500	0-500	0-500	0-500	0-500
Detector	2048 cooled CMOS, 0 °C	2048 cooled CMOS,0°C	2048 cooled BT CCD, - 5°C	1024 cooled FFT CCD, -15°C	2048 cooled BT CCD, - 5°C
Integration time	2ms - 60s	2ms - 60s	6ms - 30mins	8ms - 1.3hour	6ms - 30mins
Sensitive* <sup>2</sup>	1800:1	1800:1	3200:1	2000:1	3200:1
Dynamic range	10,000:1	100,00:1	50,000:1	>80,000:1	50,000:1
Excited Laser /nm	532, 633, 785, 830, 1064	532, 633, 785, 830, 1064	532, 633, 785, 830, 1064	532, 633, 785, 830, 1064	532, 633, 785, 830, 1064 select 2

\*1, The results are all based on the 50µm slit, if used 25µm slit, the resolution will improve 30% but the sensitive will be degraded 25% relatively;

\*2, test condition: laser power: 200mW, integration time: 10s, Sample: ACN, Sensitive = Intensity<sub>219</sub>/noise

# Портативные спектрометры серии ATR 3000

- Предназначены для анализа различных материалов – пищевых продуктов, лекарственных препаратов, вещественных доказательств и других объектов – как в лаборатории, так и на выезде.
- В зависимости от модели, спектрометры могут быть оснащены одним или двумя лазерами возбуждения (532, 633, 785, 830 или 1064 нм на выбор).
- Рабочее расстояние оптоволоконных щупов – 5-6 мм.
- Спектральный диапазон, в зависимости от дифракционной решетки и лазера, составляет от 150 до 4300 см<sup>-1</sup>, а спектральное разрешение - от 5 до 12 см<sup>-1</sup>.



Основные характеристики

Операционная система	Android
Длины волн возбуждения	532, 633, 785, 830, 1064 нм – в зависимости от модели
Спектральный диапазон	150-2600 см <sup>-1</sup> , 200-3500 см <sup>-1</sup> , 200-4300 см <sup>-1</sup> в зависимости от конфигурации
Разрешение	5-12 см <sup>-1</sup> в зависимости от конфигурации
Детектор	Охлаждаемые CCD или InGaAs – в зависимости от лазера возбуждения
Размер	172×85×30 мм
Масса	7–27 кг в зависимости от модели и конфигурации
Интерфейс	USB2.0



# Рамановский микроскоп ATR 8300



- Автофокусировка, сканирование, картирование
- Лазеры 532, 633, 785, 830 и 1064 нм до 2 одновременно
- Конфокальность
- Оптический путь контролируется из ПО
- Высокая стабильность
- Быстрое перемещение образца
- Ход по XY 50x50 мм, шаг 100 нм
- Качественная оптика
- Камера 3 или 5 Мпикс
- Интерфейс USB
- Спектральное разрешение: 532 нм: 5-7см<sup>-1</sup> 633 нм: 3-6 см<sup>-1</sup> 785 нм: 3-10 см<sup>-1</sup> 1064 нм: 7-12 см<sup>-1</sup>

# Рамановский микроскоп ATR 8500

## ATR8500 RAMAN MICROSCOPE

Auto-Focus | Auto-Scan | High Sensitivity | HD Imaging | Easy to Move | Suit for all environment



### EXCITED LASER

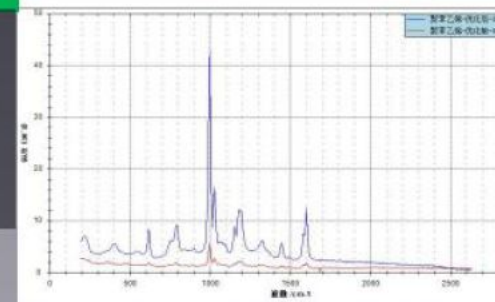
(max 3 lasers inside)

Wavelength & Max Power

- 1064nm @ 500mW
- 830nm @ 500mW
- 785nm @ 500mW
- 633nm @ 80mW
- 532nm @ 100mW

### ADVANTAGES:

High sensitive  
Max 3 lasers inside  
Auto-lift gate  
Min 1.6  $\mu\text{m}$  laser spot  
auto Raman imaging  
auto focus



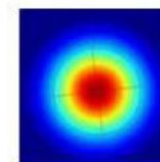
optimize optical path improves up to 8 times of sensitivity.



Triple bands



1064nm Raman



Laser spot down to 1.6  $\mu\text{m}$

Free space optical path can improve sensitivity up to 6-10 times

### SPECTRAL PERFORMANCE

Range & Resolution:

- 200-2600 @ 6.5  $\text{cm}^{-1}$
- 150-3450 @ 9.0  $\text{cm}^{-1}$
- 150-4300 @ 12  $\text{cm}^{-1}$

Min Laser Spot Size:

- 1.6  $\mu\text{m}$

Work distance:

- 7 mm (20X Ob Lens)

### IMAGING PERFORMANCE

- 5M pixel Camera
- 5 objective lens hole
- 5X, 20X Objective lens
- 10X, 50X, 100X Optional



# Рамановский микроскоп ATR 8500

Диапазон	200нм-1100нм
Спектральный диапазон	200-4300 см <sup>-1</sup> в зависимости от конфигурации
Спектральное разрешение	3-12 см <sup>-1</sup> в зависимости от конфигурации
Длины волн возбуждения	532, 633, 785, 830, 1064 нм – до 3 одновременно в зависимости от конфигурации
Диаметр пятна лазера	От 1 мкм
Объективы	5, 10, 20, 50 и 100x
Интерфейс	USB2.0
<b>Сканирующий столик</b>	
Ход	50x50 мм
Шаг	0.1 мкм
Скорость перемещения	20 мм/с
<b>Ось Z (автофокус)</b>	
Точность фокусировки	≤ ±0.2мкм
Максимальный диапазон	20 мм



# Рамановский микроскоп исследовательский ATR 8800

Quadriband:

- 532nm
- 633nm
- 785nm
- 1064nm

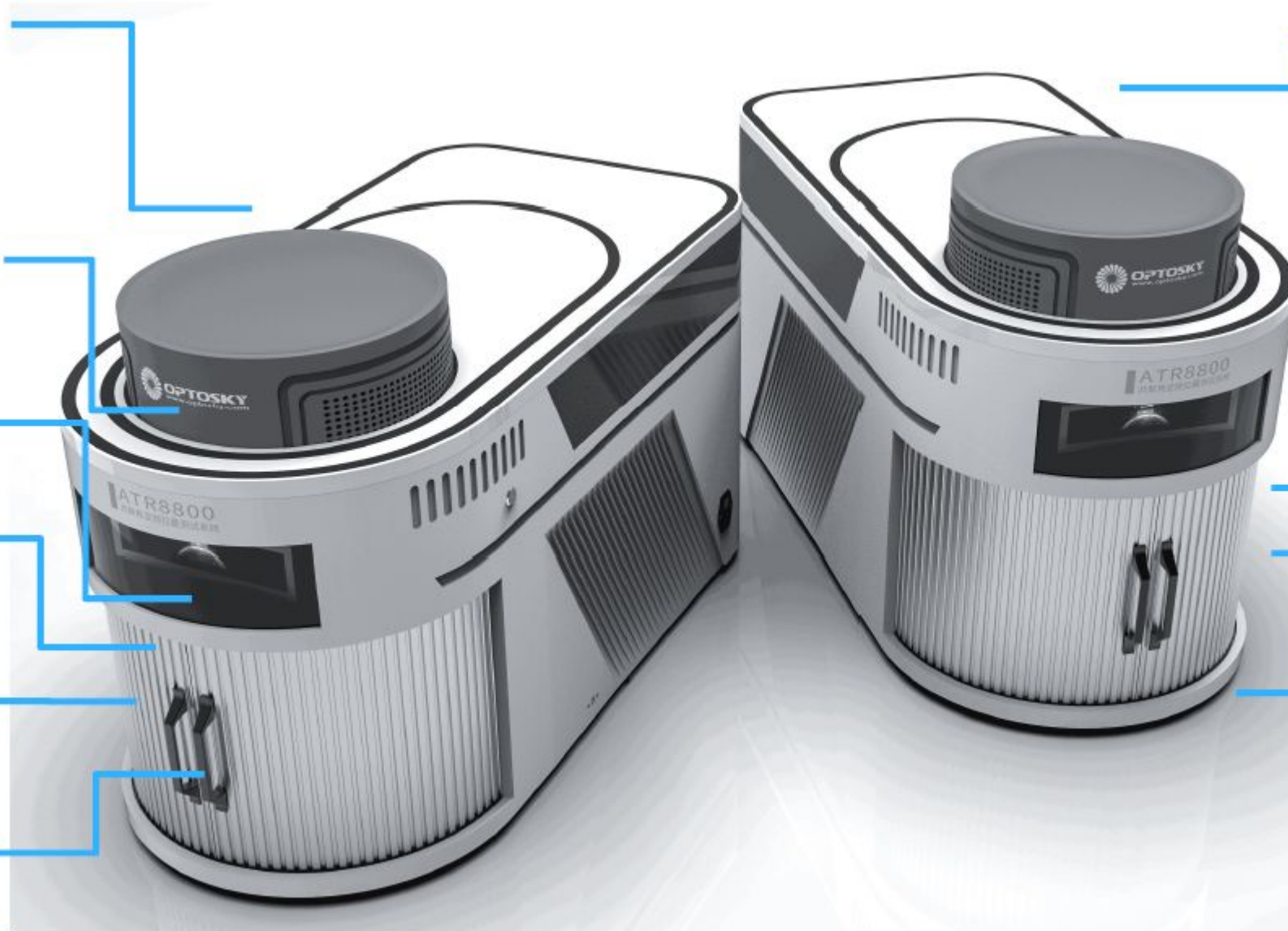
High res. up to 0.5cm-1

Auto-Focus, Scan & Imaging

Confocal Focus, 3D Analysis

$\mu\text{m}$  laser spot, single cell analysis

Seal Door Design, No need to turn off the light in the lab



Super Sensitivity & Fast Scan Imaging

Auto Focus, Scan & Imaging

Rotating grating, 3 pcs of DTG, integrated high resolution and wide range

Resolution customized, Optional focal length of 210,350,510,760 mm

# Рамановский микроскоп исследовательский ATR 8800

Диапазон	200нм-1100нм
Спектральный диапазон	200-5000 см <sup>-1</sup> в зависимости от конфигурации
Спектральное разрешение	0,5-4,5 см <sup>-1</sup> в зависимости от конфигурации
Длины волн возбуждения	266, 325, 514, 532, 638, 785, 830, 1064 нм – до 4 одновременно в зависимости от конфигурации
Фокусное расстояние монохроматора	350, 510, 760 мм на выбор заказчика
Диаметр пятна лазера	От 1 мкм
Объективы	5, 10, 20, 50 и 100X
Интерфейс	USB2.0
<b>Сканирующий столик</b>	
Ход	50x50 мм
Шаг	0.1 мкм
Скорость перемещения	20 мм/с
<b>Ось Z (автофокус)</b>	
Точность фокусировки	± 0.2 мкм
Максимальный диапазон	20 мм

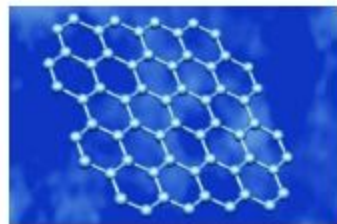




# Как подобрать длину волны лазера возбуждения

Wavelengths Range:

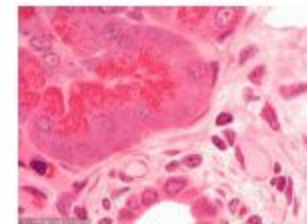
**From 266 nm to 1064 nm**



- Graphene
- Virus (SERS)



- Noninvasive blood glucose



- Biological Tissue
- Cell, Virus
- Fuel
- Fluorescence
- -intensified sample

- Suit to most samples



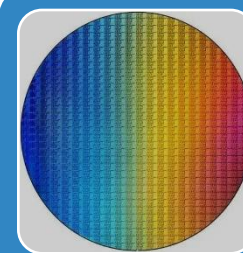
## Биохимия

- Диагностика онкологии
- Сахар в крови
- Клетки



## Фармакология

- QC лекарственных форм
- Онлайн инспекция



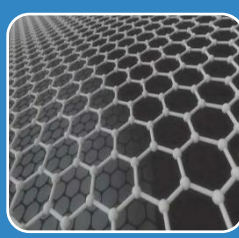
## Полупроводники

- Дефекты
- Напряжения



## Общественная безопасность

- Наркотики
- Взрывчатые вещества



- Материаловедение
- 2D материалы



## Энергия

- Li-ионные батареи



## Пищевые продукты

- Масла
- Пестициды
- Пищевые добавки



- Геммология
- Алмазы
- Происхождение
- Включения



## Культурное наследие

# Рамановские спектрометры - кому предлагать?

## Тем, кому нужен неразрушающий метод анализа!

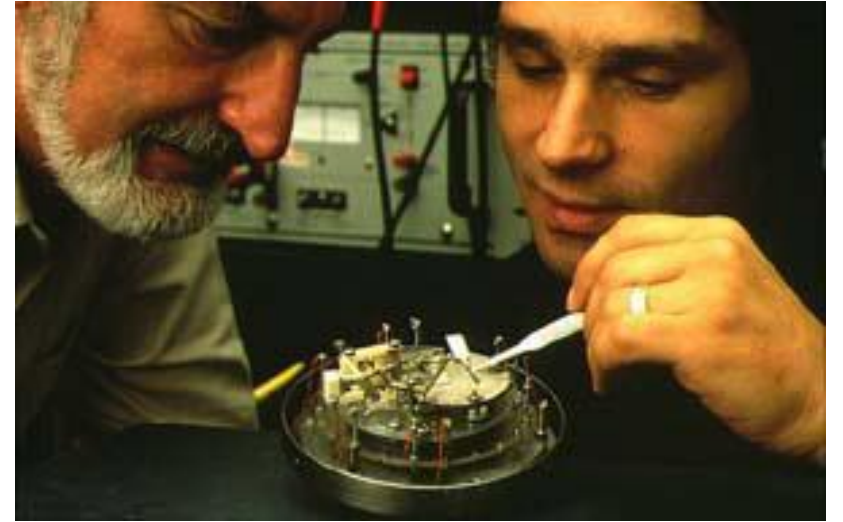
- Геологи, минералоги, геммологи – определение подделок, включения, заполнение, идентификация минералов
- Биофизики – изучение строения и состава тканей, клеток (без использования красителей), насыщение крови кислородом, онкодиагностика
- Биологи – различные тесты на основе рамана
- Нанотехнологии – углеродные материалы (графен, нанотрубки, алмазная электроника), нанопроволоки, квантовые точки и т.п.
- Керамика – состав и распределение фаз
- Полупроводники – примеси, дефекты, локальные напряжения в изделиях
- Музеи, реставрационные мастерские – изучение предметов культурного наследия, консервация
- Криминалисты – материалы письма, документы, лаки и краски, наркотики, взрывчатые вещества
- Полимерщики – анализ строения, степени кристалличности
- Ростовые установки, напыление слоев на подложки – анализ слоя в режиме in situ. Достаточно прозрачного окошка в камере
- Анализ веществ в прозрачных упаковках без их вскрытия
- Разработчики катализаторов – анализ в режиме in situ
- SERS – любые приложения
- Университеты – для обучения методу и научных работ

# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии



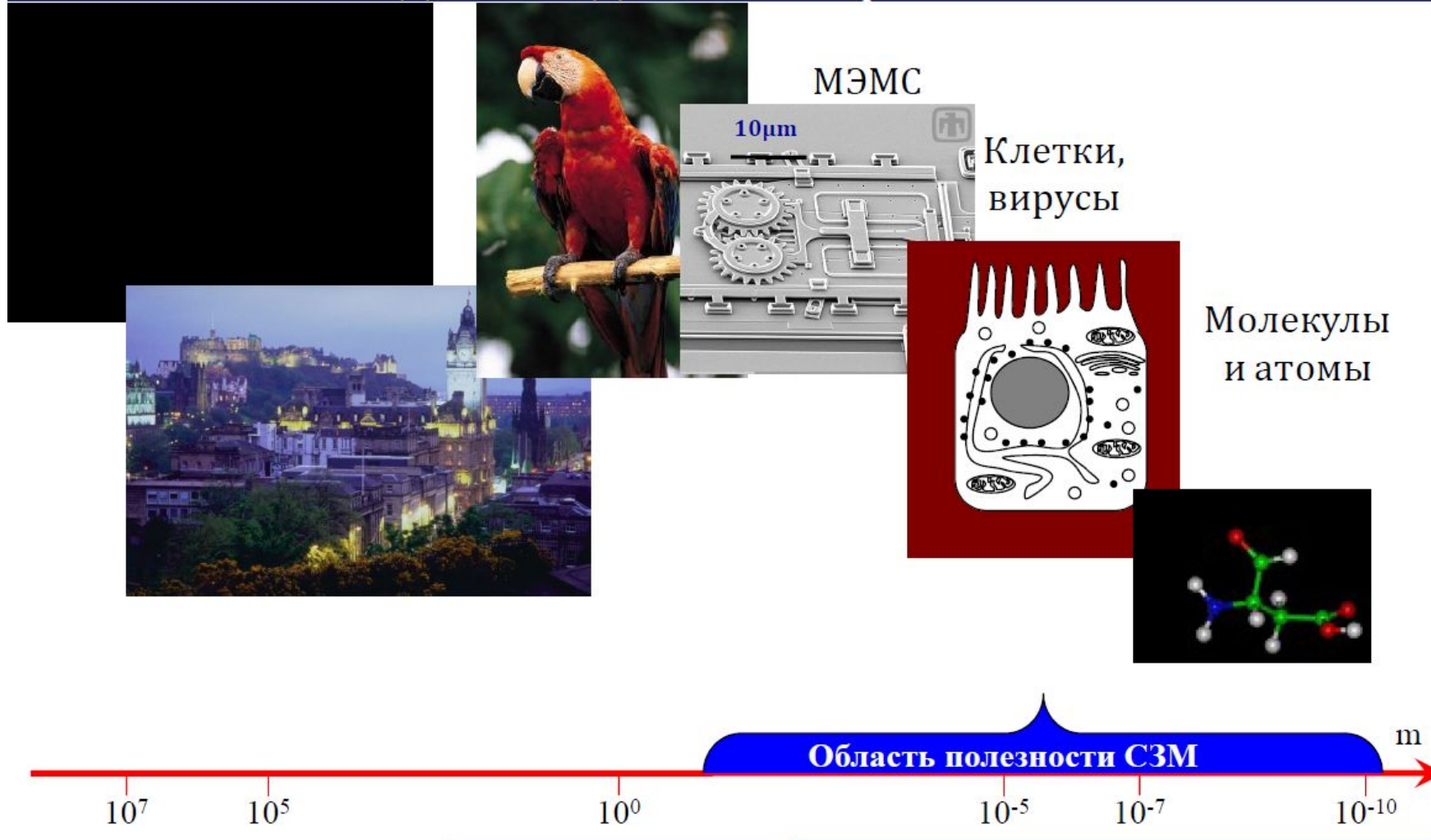
# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии

- Первый СЗМ (фактически СТМ) был изобретен в 1981 г. Биннигом и Рорером в лаборатории фирмы IBM в Цюрихе
- В 1986 г. изобретение СЗМ было удостоено Нобелевской премии по физике
  - Вскоре после этого ученые и инженеры предложили ряд других ныне распространенных методов СЗМ: AFM, EFM, MFM, ...
- В 2004 на рынок выходит первая многофункциональная зондовая нанолaborатория класса NTEGRA



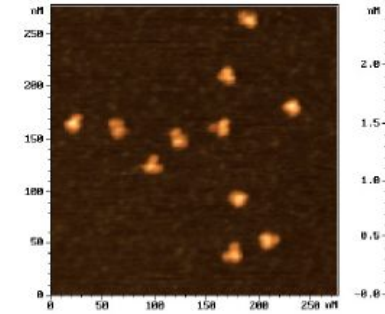
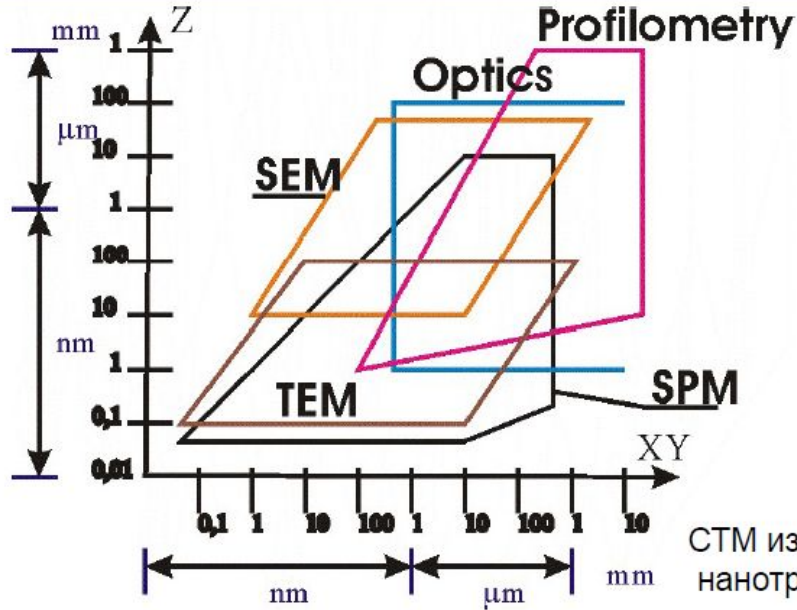
# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии

Характерные размеры объектов  
для зондовой микроскопии



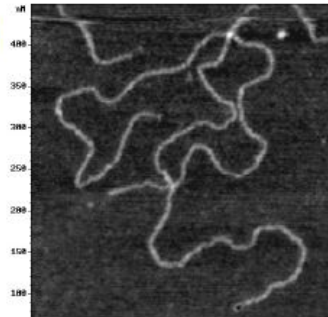
# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии

СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ  
ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТИ

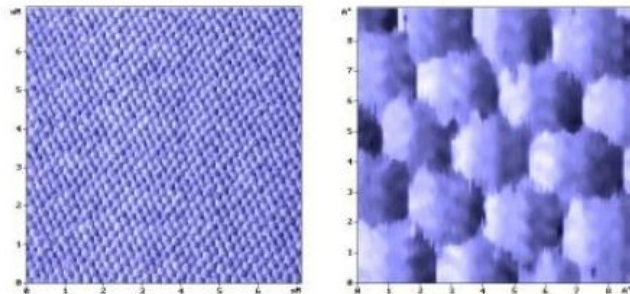


Антитела IgG  
(MNA9, 1RK2, 3F12)

СТМ изображение углеродной нанотрубки на графите



ДНК на слюде  
полуконтактный  
АСМ



Атомарное разрешение в АСМ

# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии

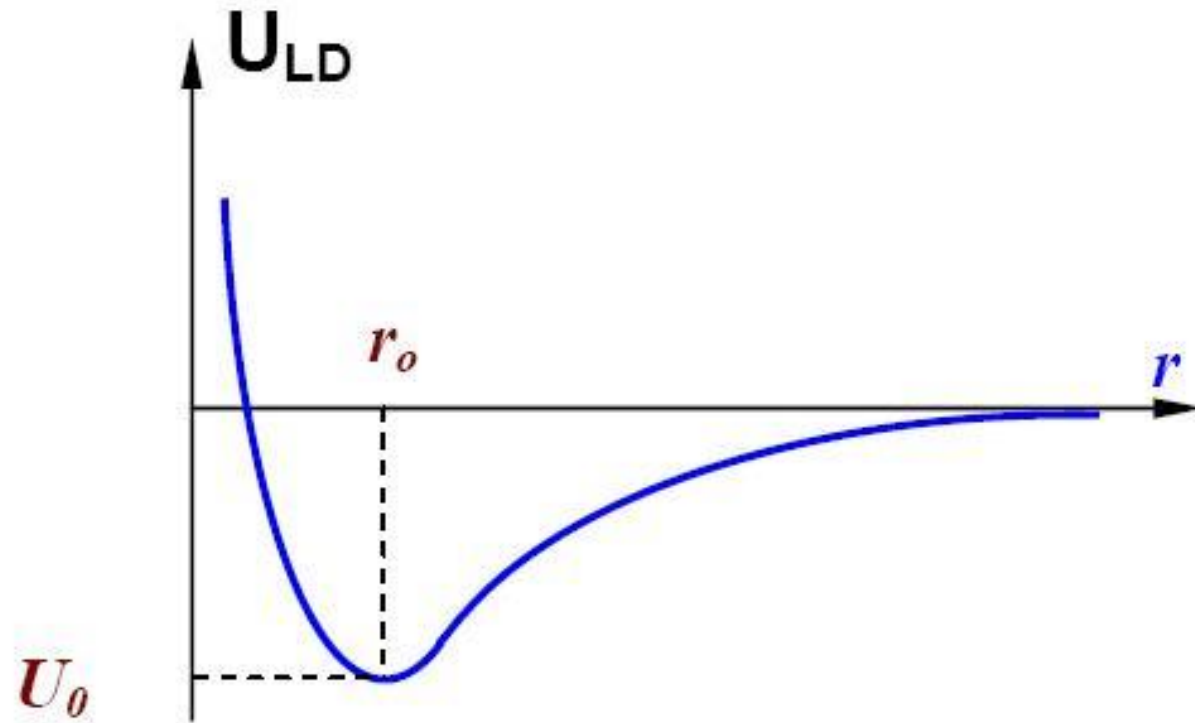
СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ  
ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТИ

## СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ (СЗМ):

**это совокупность методов анализа поверхности посредством поточечного сканирования образца специальным зондом, при котором между образцом и зондом возникают и точно регистрируются механические, электрические, магнитные и иные силы взаимодействия**



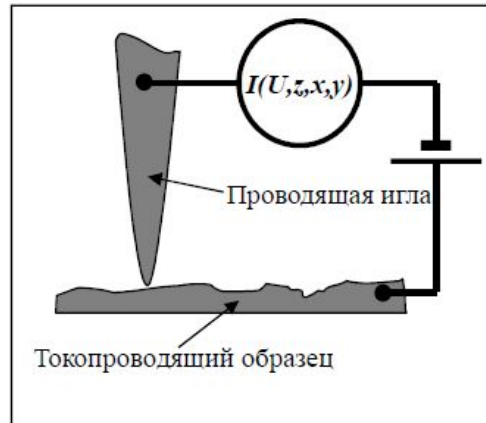
# Основа теории сканирующей зондовой микроскопии – потенциал Леннарда-Джонса



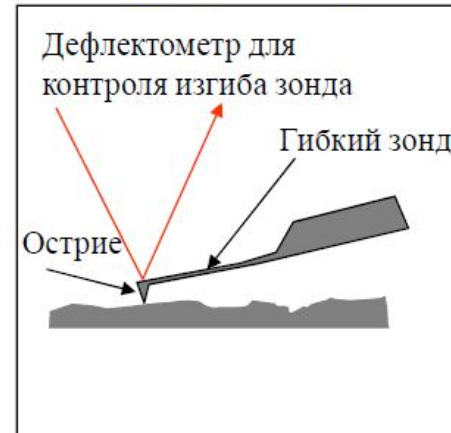
# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии

## Основные виды СЗМ

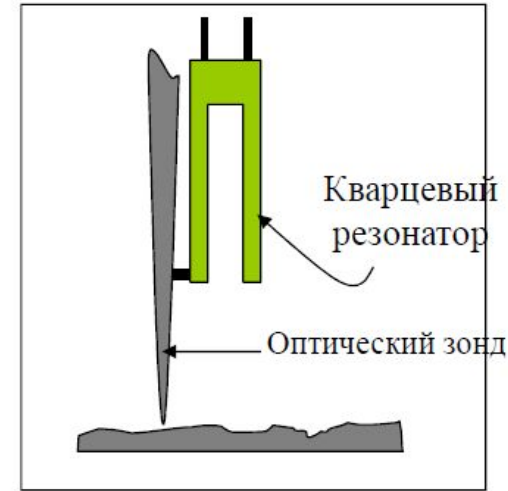
Данные о взаимодействии с зондом приходят с каждой точки поверхности. Разные типы зондов дают разную информацию.



Сканирующая туннельная микроскопия (проводящие образцы)



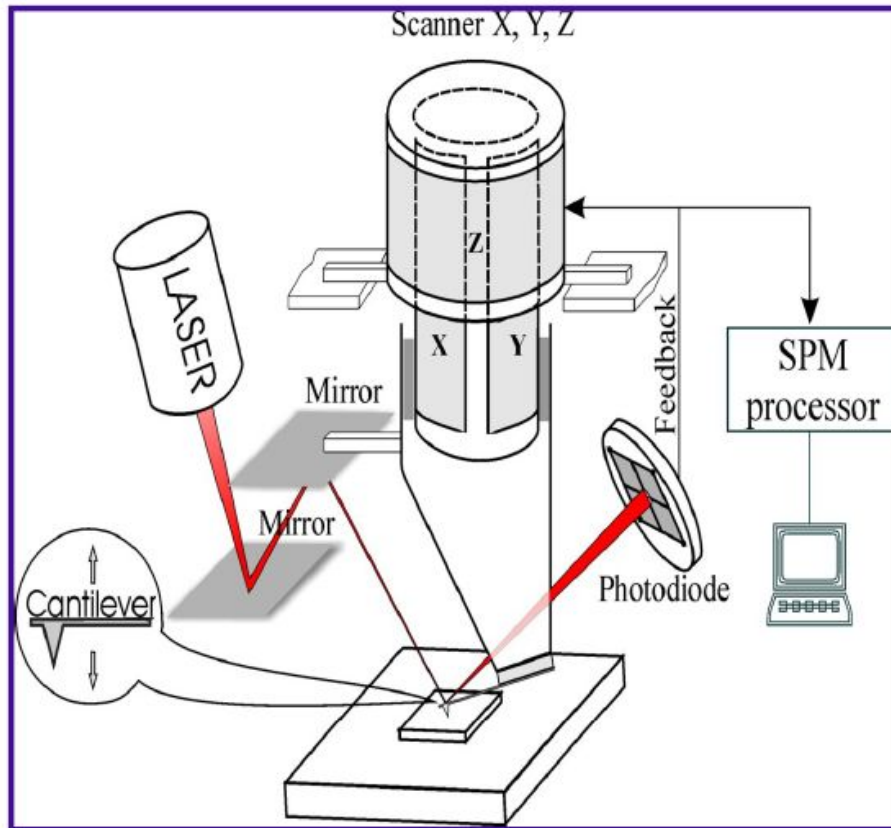
Атомно-силовая микроскопия (любые упругие поверхности)



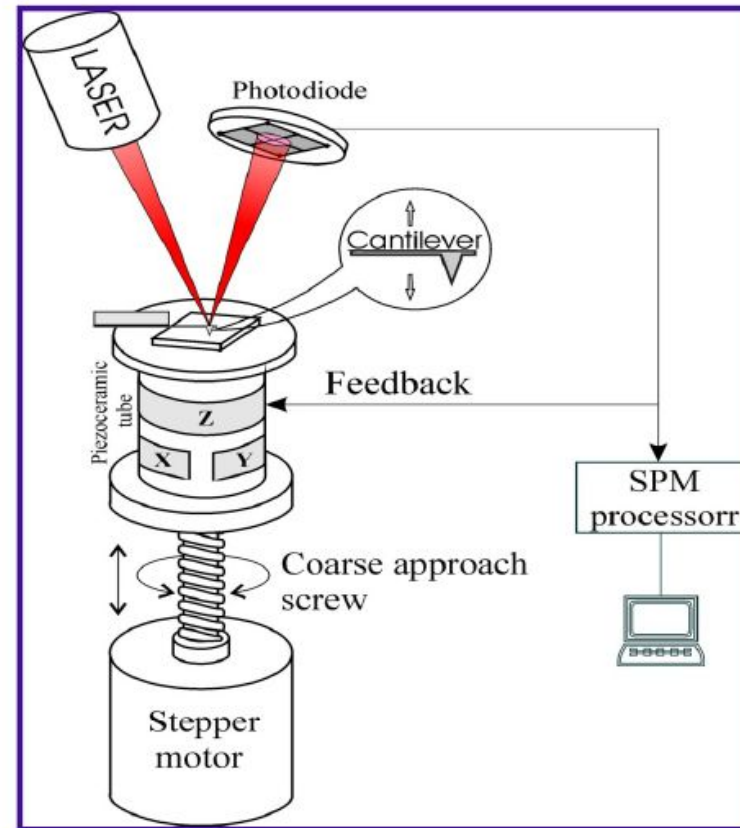
Сканирующая ближнепольная микроскопия (локальные оптические свойства)

# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии

## Основные схемы сканирования

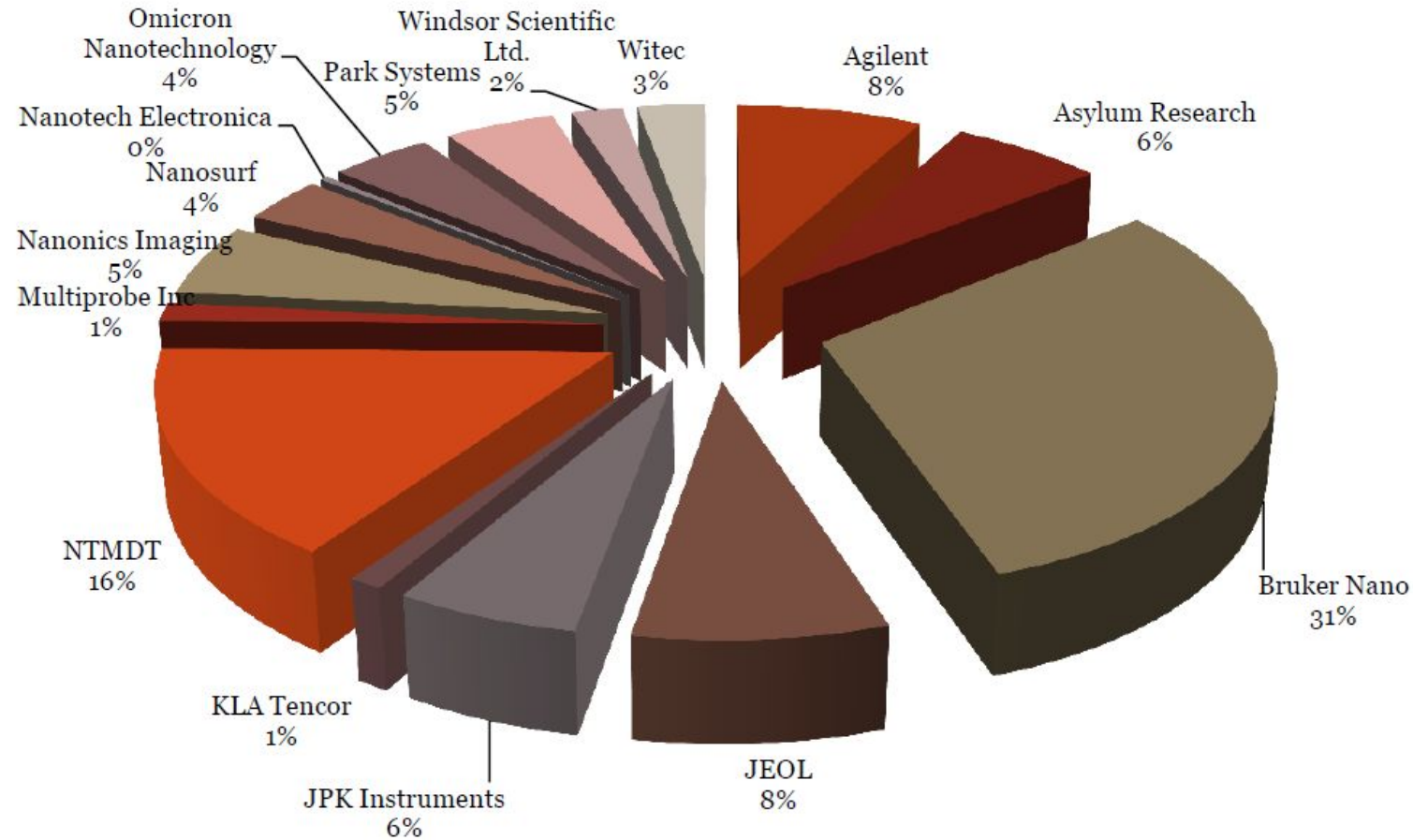


СКАНИРОВАНИЕ ЗОНДОМ



СКАНИРОВАНИЕ ОБРАЗЦОМ

# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии



Торговая марка присутствует на рынке более **25 лет**  
Запущены и успешно работают по всему миру  
более **300 СЗМ** разных классов

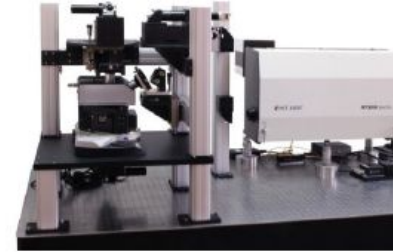
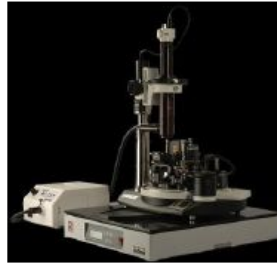


# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии

## Продуктовая линейка NT-MDT

AFM

AFM-Raman-TERS-TEPL-SNOM



Учебные приборы

Исследовательские приборы, серия NTEGRA

- Компактные настольные приборы для учебных целей и простых экспериментальных задач
- Большой выбор STM и АСМ методик

- Профессиональная серия приборов, реализующая полный набор АСМ и STM методик
- Уникальная комбинированная АСМ методика Hybrid
- Модульная конструкция и гибкая архитектура
- Максимальная автоматизация
- Интеграция с конфокальной оптической микроскопией и спектроскопией

- Зондово-усиленная рамановская спектроскопия (TERS)
- Зондово-усиленная фотолюминесцентная спектроскопия (TEPL)
- Ближнепольная оптическая микроскопия (SNOM)

# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии



 **NT-MDT**  
*Molecular Devices and Tools for NanoTechnology*

Ntegra – Максимально гибкий СЗМ для профессионального использования

# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии Ntegra



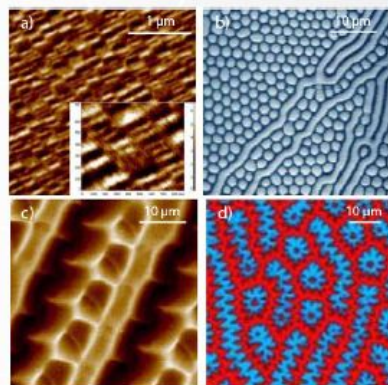
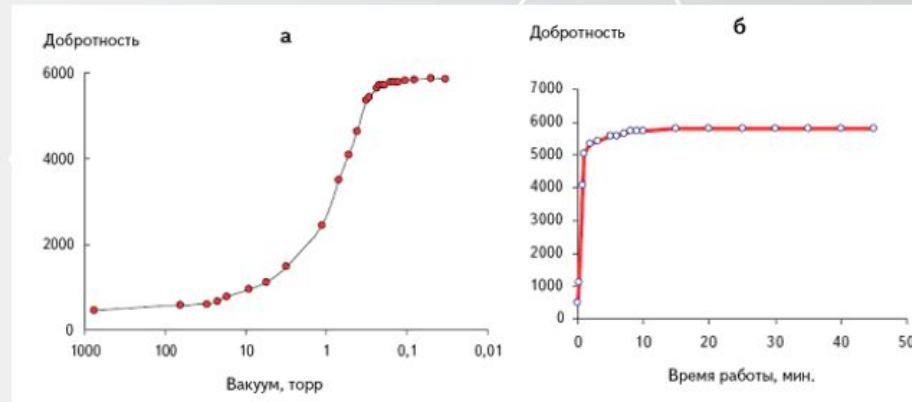
Самое современное технологическое решение для широкого круга научных задач:

- Материаловедение, физика поверхности
- Наноматериалы, нанотехнологии, наноэлектроника
- Нанопроволоки и нанотрубки
- Пьезоэлектрики и ферроэлектрики
- Нанохимия, нанокompозиты
- Электрохимия, фотохимия
- Полимеры и тонкие пленки
- Биология, биохимия, биотехнология



# Примеры получаемых данных

## Вакуум и контролируемая атмосфера



(a) Магнитная структура жесткого диска с размером битов 30–40 нм;  
(b) - (d) Доменная структура пленок YIG

а) Коэффициент добротности достигает плато при вакууме 10-1 Торр и при дальнейшем повышении вакуума практически не меняется. б) Уровень вакуума при котором достигается десятикратное увеличение коэффициента добротности достигается через 1 минуту после начала работы

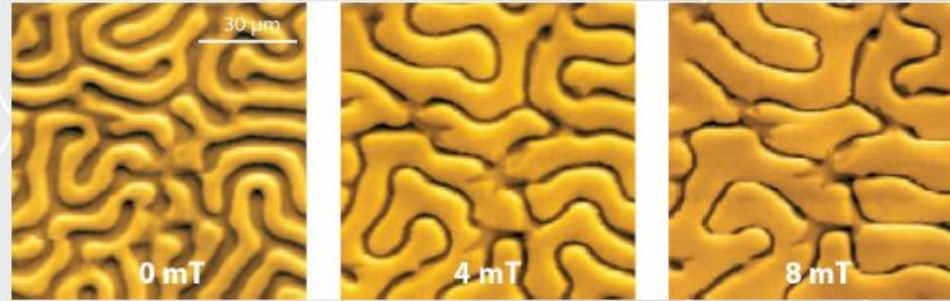
**Автоматизация** настройки АСМ измерительной головки:

- Быстрая подстройка для рутинных измерений
- Возможность удаленной настройки измерительной головки (в том числе для работы в вакууме)

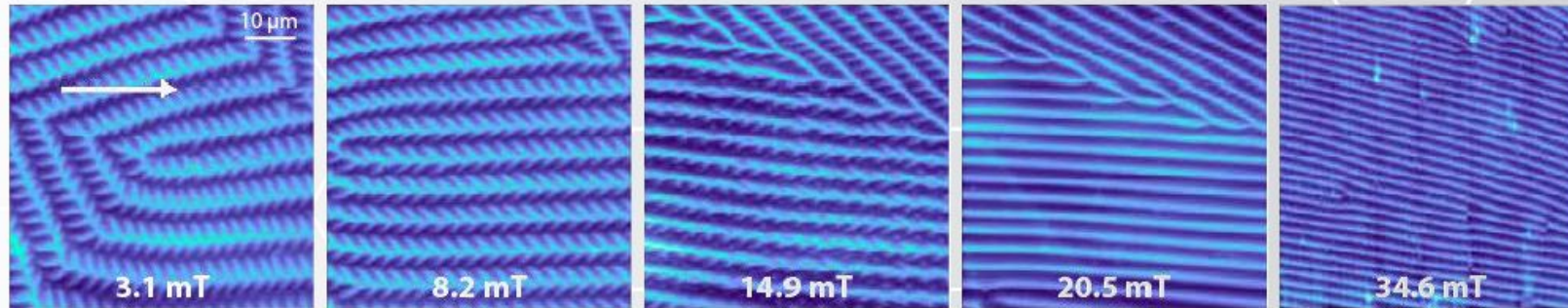


# Примеры получаемых данных

## Модуль измерений во внешнем магнитном поле



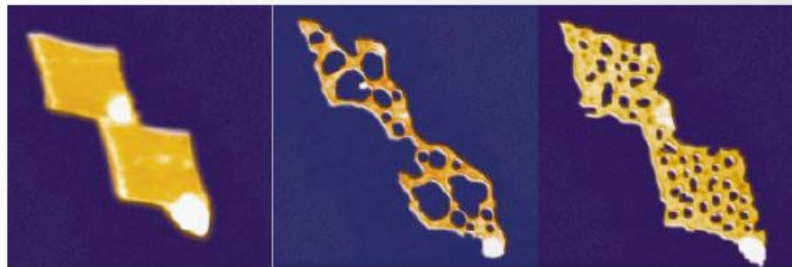
Измерение динамики доменной структуры пленки YIG во внешнем вертикальном магнитном поле. Образец: Проф. Ф.В. Лисовский (ИРЭ РАН, Россия).



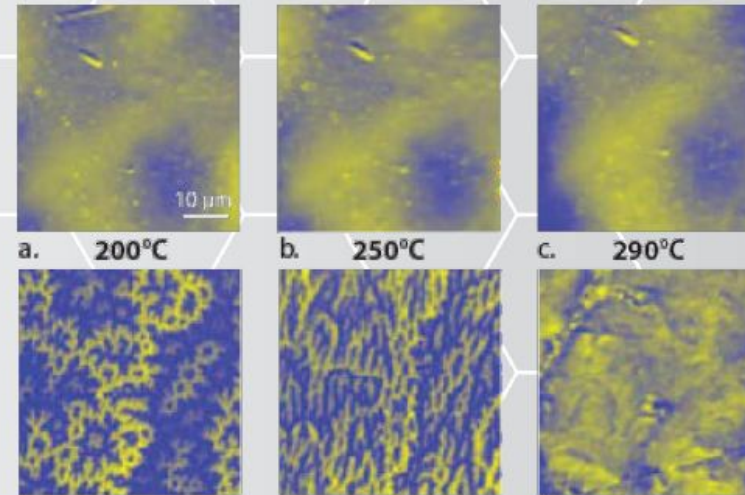
Реорганизация доменной структуры под воздействием горизонтального внешнего магнитного поля

## Модуль измерений с контролем температуры

Измерения, проводимые с нагревом и охлаждением образца, позволяют изучать свойства и структуру материалов при изменении температуры. Реализовано несколько вариантов проведения исследований с изменением температуры образца как на воздухе, так и в жидкости в температурном диапазоне до 150° и до 300°



Визуализация плавления кристалла полиэтилена. Последовательность изображений получена при нагревании образца от комнатной температуры до 130 °С. Размер скана 4.2x4.8x0.06 мкм.



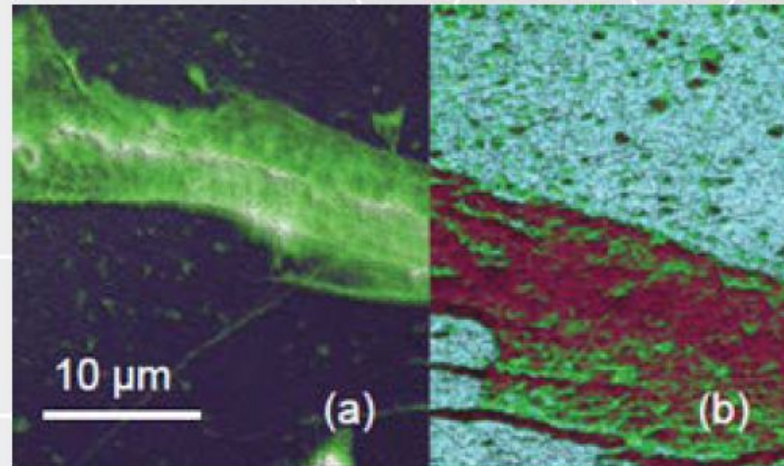
Магнитный фазовый переход в монокристалле кобальта с одноосной анизотропией. Топография (сверху) и магнитный контраст (снизу) полученные при нагреве образца: (a) 200°С, (b) 250°С, (c) 290°С.

Данные: Проф. Ю. Г. Пастушенков (Тверской Государственный университет, Россия).

## Модуль измерений в жидкости



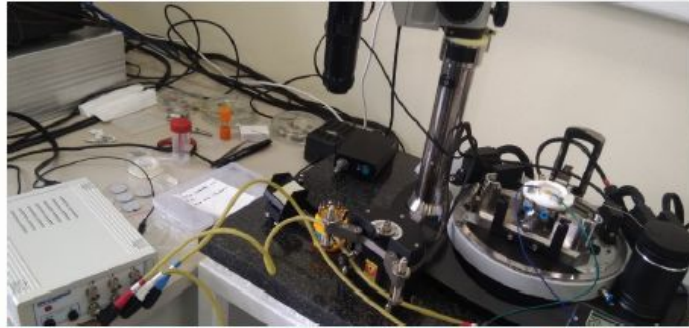
Весь спектр измерений в жидкости, начиная от измерений в капле и заканчивая специализированными ячейками с возможностью нагрева/охлаждения образца, становится возможным благодаря сканирующей головке для измерений в жидкости со сменными держателями зонда.



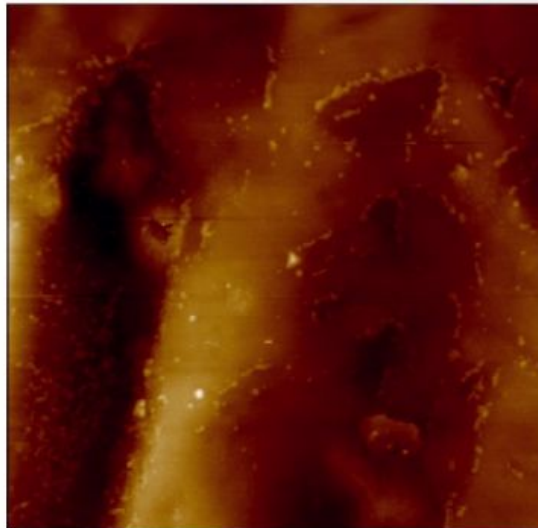
Фрагмент стволовой клетки в жидкости. (a) рельеф, (b) модуль упругости

# Примеры получаемых данных

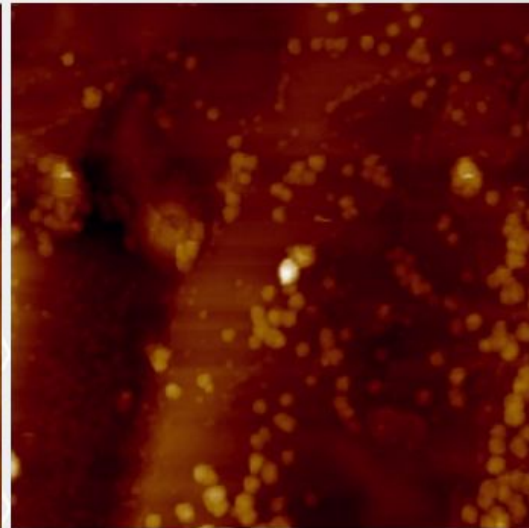
## Модуль измерений в электрохимической ячейке



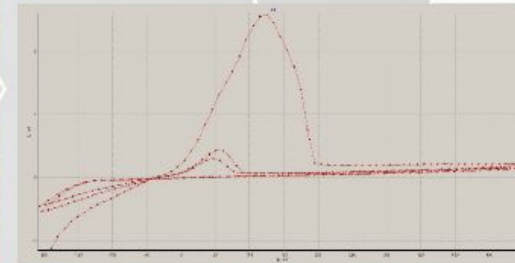
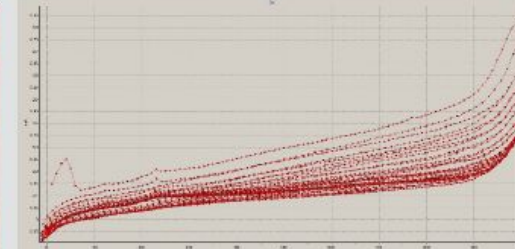
Возможность изучения электрохимических процессов осаждения и испарения материалов in-situ с помощью трех-зондовой или четырех-зондовой схемы контроля параметров в электрохимической ячейке.



Топография монокристалла Au, размер скана 10×10 мкм



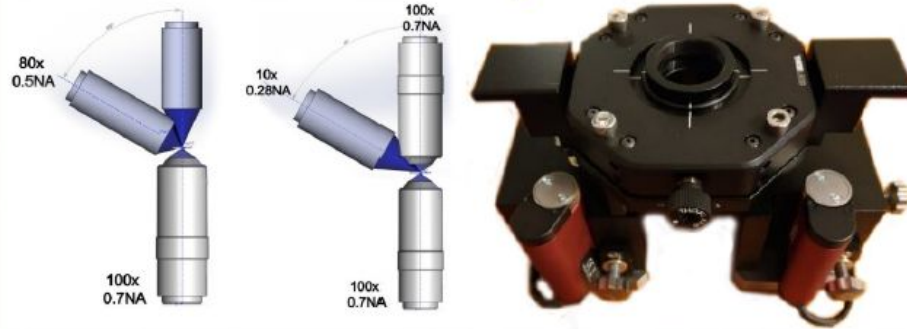
Топография монокристалла Au после осаждения Cu



Вольтограмма фаз очистки и химического испарения

# Примеры получаемых данных

## НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ГОЛОВОК ДЛЯ СОВМЕЩЕНИЯ СО СПЕКТРОМЕТРАМИ



Возможность одновременного исследования образцов методами АСМ и спектроскопии комбинационного рассеяния (Raman)



AFM topography  
30x30 um



Electrostatic Force  
Microscopy



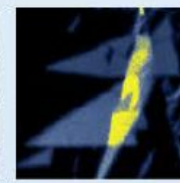
Force Modulation  
Microscopy



Scanning Kelvin  
Probe Microscopy



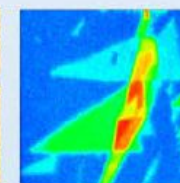
Capacitance  
Microscopy



Raman Map, Mass.  
Center of 2D (C)  
Band



Confocal Rayleigh  
Microscopy



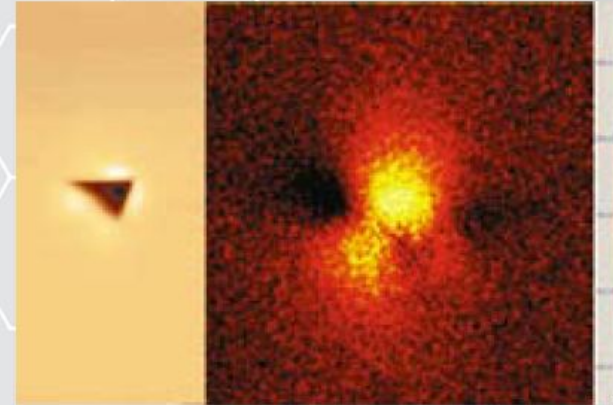
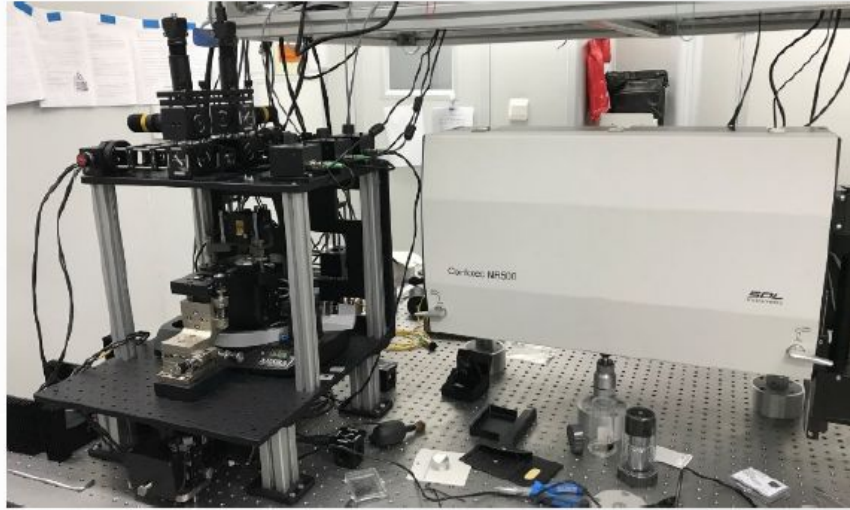
Raman Map, G-  
band Intensity

### Методики:

- Более 30 АСМ методов для измерения рельефа поверхности, механических, электрических, магнитных свойств образца, проведения наноманипуляций и пр.
- Оптическая микроскопия и конфокальная лазерная (Рэлеевская) микроскопия
- Конфокальная Рамановская микроскопия
- Конфокальный флуоресцентный анализ: изображение и спектроскопия
- Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия (СБОМ), в том числе безапертурная
- Зондово-усиленная Рамановская / флуоресцентная спектроскопия (TERS, TEFS)

# Примеры получаемых данных

## ИНТЕГРАЦИЯ С РАМАН -NTEGRA СПЕТРА



На изображении представлена визуализация механических напряжений в кристалле. АСМ изображение индентации в кристалле Si и распределение сдвига КР линии Si (520 см<sup>-1</sup>)

- Спектральный диапазон от УФ до ИК
- Быстрое сканирование гальвано-зеркалами
- Автоматическая смена до 5 лазеров в одном спектрометре
- До 1,600 спектров в секунду
- Фокальное расстояние – до 520 мм
- Спектральное разрешение - до 0,1 см<sup>-1</sup>
- Латеральное оптическое разрешение -300нм (до 15нм в режиме TERS)
- Когерентная анти-стоксовая рамановская спектроскопия (CARS)

# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии Ntegra

## □ NTEGRA AURA

Нанолаборатория для исследований образцов в условиях контролируемой атмосферы и/или низкого вакуума.

**Примерная стоимость: от 16 млн. руб.**

## □ NTEGRA MFM

Нанолаборатория для углубленного изучения магнитных свойств материалов на наномасштабном уровне.

**Примерная стоимость: от 14 млн. руб.**

## □ NTEGRA PRIMA

Нанолаборатория для решения широкого круга типовых задач по исследованию поверхности методами зондовой микроскопии.

**Примерная стоимость: от 12 млн. руб.**

# Оборудование для сканирующей зондовой микроскопии Ntegra

## □ NTEGRA SNOM

Нанолaborатория на основе сканирующего ближнепольного оптического микроскопа (SNOM).

**Примерная стоимость: от 15 млн. руб.**

## □ NTEGRA СРЕКТРА

Мультифункциональная нанолaborатория с интеграцией атомно-силового микроскопа с конфокальной рамановской и фотолюминесцентной микроскопией и спектроскопией, и с возможностью проведения экспериментов с зондовым усилением спектрального сигнала (TERS, TEPL).

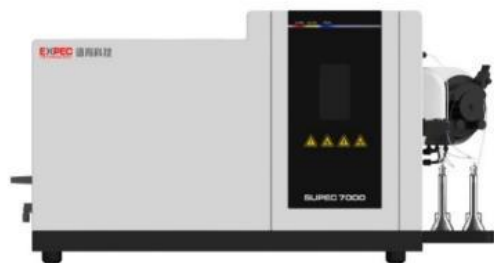
**Примерная стоимость: от 24 млн. руб.**





# Спасибо!

[www.energolab-ae.com](http://www.energolab-ae.com)



## Вопрос



*Мельник Михаил Иванович*  
*ООО «Энерголаб»*

[post@energolab.com](mailto:post@energolab.com)  
[M.Melnik@energolab.com](mailto:M.Melnik@energolab.com)