

# NTEGRA IR

Инфракрасная микроскопия и спектроскопия с нанометровым пространственным разрешением

ИК микроскопия и спектроскопия с 10 нм пространственным разрешением  
Широкий спектральный диапазон измерений: 3-12 мкм

Низкий температурный дрейф и высокая стабильность системы

Универсальный АСМ с самыми современными методиками: SRI (проводимость), KPFM (поверхностный потенциал), SCM (емкость), MFM (магнитные свойства), PFM (пьезоэлектрические свойства)

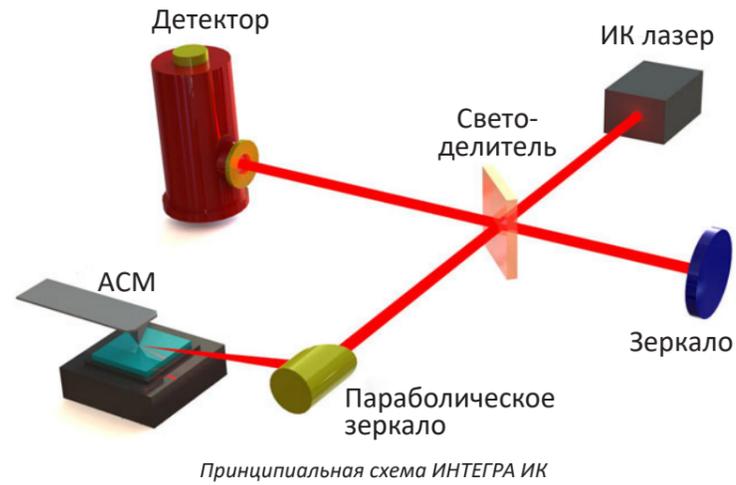
HybriD Mode™ – картирование количественных наномеханических характеристик и физических свойств за счет прямых силовых измерений

Интеграция с микроРаманом (опционально)



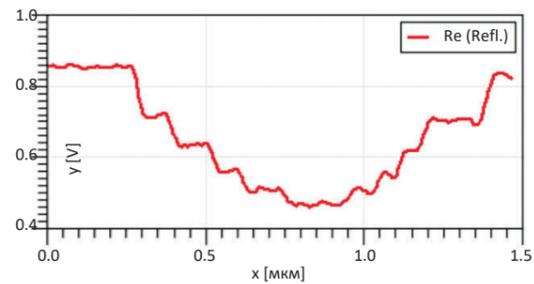
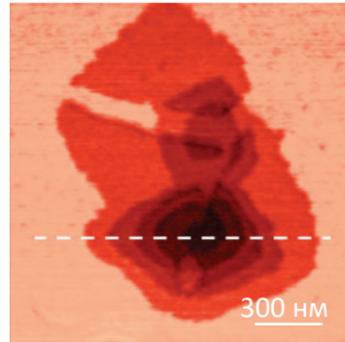
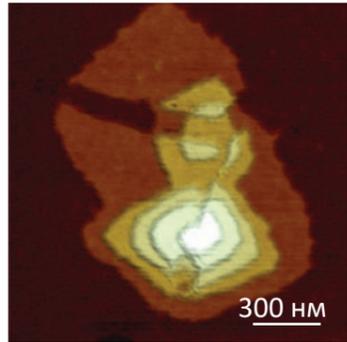
## ОБЗОР

НТ-МДТ Спектрум Инструментс представляет ИНТЕГРА ИК – рассеивающий сканирующий ближнепольный оптический микроскоп (р-СБОМ), предназначенный для инфракрасного спектрального диапазона. АСМ зонд располагается в фокусе оптической системы, направляющей излучение ИК лазера на образец и собирающей оптический отклик. Собранное излучение направляется в интерферометр Майкельсона для оптического анализа. Дальнепольная компонента собранного сигнала подавляется синхронным детектированием. Система ИНТЕГРА ИК позволяет детектировать амплитуду и фазу ближнепольного сигнала. Пространственное разрешение получаемых карт контрастов отражения и по-



глощения составляет примерно 10 нм и определяется только размерами острия зонда.

## СВЕРХТОНКИЕ ПЛЕНКИ: МОНОСЛОИ ОЛИГОТИОФЕНА НА КРЕМНИИ



Рельеф (слева), отражение при  $\lambda = 10.6$  мкм (центр) и сечение сигнала отражения (справа). Образец представлен Dr. A. Mourran (DWI, Aachen, Germany). Измерения проводились Dr. G. Andreev (EVS Co)

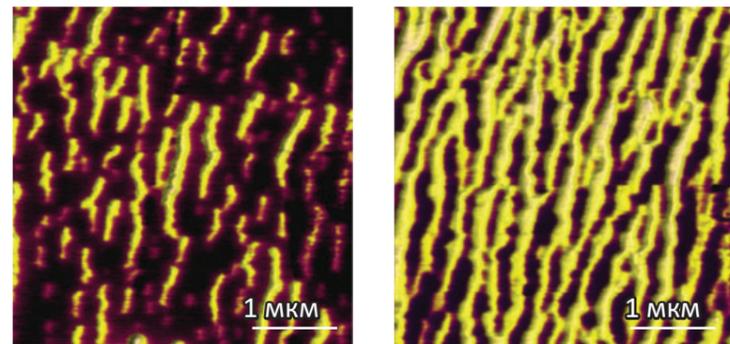
Контраст ИК отклика между тонкими и мягкими слоями тиофена на кремнии легко различим. Каждая из пяти 3.4 нм ступеней разрешима. Пространственное разрешение составляет  $\sim \lambda/1000$ .

## ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД ПЛЕНКИ VO<sub>2</sub>: ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МЕЖДУ ПРОВОДЯЩИМ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЯМИ

При нагреве пленка VO<sub>2</sub> демонстрирует фазовый переход между диэлектрическим и проводящим состояниями. Одни и те же участки были измерены при разных температурах. Светлые участки на изображении ИК отражения соответствуют проводящим доменам, темные участки — диэлектрическим доменам. Выше критической температуры проводящие домены смыкаются и пленка VO<sub>2</sub> становится проводящей на макроуровне.

Благодаря выполнению основных частей АСМ

из титана система демонстрирует XY дрейф <1 мкм при нагреве от 27 °C до 67 °C, при этом перенастраивать оптику не требуется.

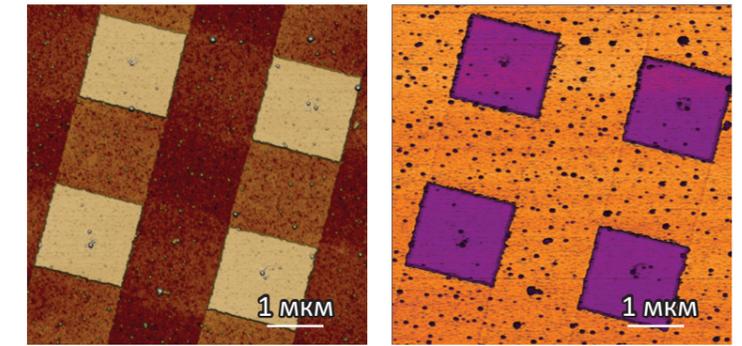


Наложенные на рельеф изображения контрастов отражения при 55 °C (слева) и при 67 °C (справа),  $\lambda = 10.6$  мкм. Образец представлен prof. Liu (Stony Brook University, New York, USA)

## Si-SiO<sub>2</sub> КАЛИБРОВОЧНАЯ РЕШЕТКА

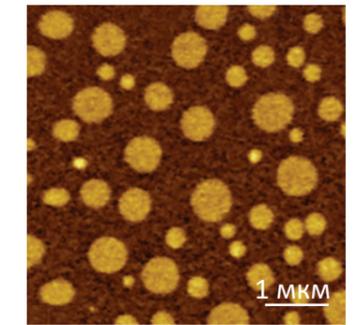
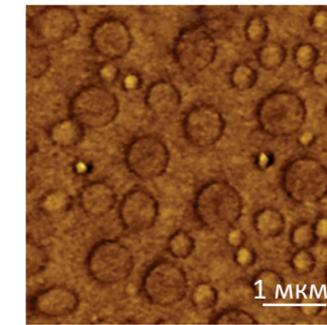
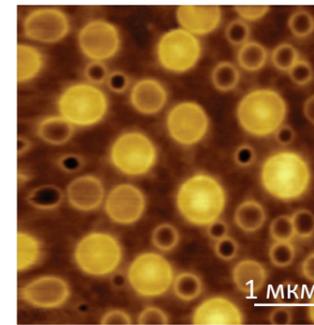
Другим примером является решетка, в которой квадратные площадки SiO<sub>2</sub> с латеральными размерами 1.5x1.5 мкм и высотой  $\sim 20$  нм располагаются на Si подложке. Более темные квадратные блоки хорошо различимы на ИК изображениях.

Этот контраст отражает разницу реальных компонент диэлектрической проницаемости этих материалов на длине волны 10.6 мкм. Более темный контраст SiO<sub>2</sub> площадок на р-СБОМ карте согласуется с более низким значением их диэлектрической проницаемости ( $\epsilon_r = 3.9$ ) сравнительно с ее значением для Si ( $\epsilon_r = 11.7$ ).



Рельеф (слева) и р-СБОМ амплитуда (справа) решетки Si/SiO<sub>2</sub>

## PS/PVAC ПЛЕНКА НА ПРОВОДЯЩЕЙ ITO ПОДЛОЖКЕ

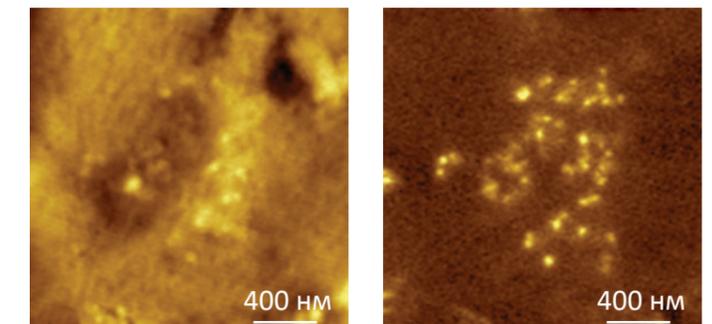


Изображения рельефа (слева), контрастов ИК отражения (в центре) и поглощения (справа) пленки PS/PVAC на ITO подложке

Изображение рельефа пленки полистирола с поливинилацетатом (PS/PVAC) на прозрачной подложке (ITO стекло) демонстрирует морфологию, где круглые домены различной высоты включены в относительно плоскую матрицу. Контраст в ИК отражении практически не отмечается на доменах и матрице, в то время как края доменов видны более отчетливо. Однако на изображении ИК по-

## ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЙ ВУЛКАНИЗАТ

Термопластичный вулканизат является нанокомпозитом, изготовленным из смеси изотактического полипропилена и EPDM каучука, смешанных с частицами технического углерода. Такие образцы легко деградируют при рамановских исследованиях. АСМ-ИК измерения таких образцов не только возможны, но и весьма успешны. Яркие наночастицы в центральной части изображения рельефа соответствуют углеродному наполнителю. Это подтверждается изображением ИК отражения, где углеродные наночастицы обнаруживают яркий контраст сравнительно с полимерной матрицей.



Изображения рельефа (слева) и контраста ИК отражения (справа) образца термопластичного вулканизата

### Спецификация

#### Лазеры и система ввода излучения

Подключение по оптоволокну для переключения между лазерными источниками. Также возможно прямое подключение лазеров.

CO<sub>2</sub> лазер: термоэлектрическое охлаждение, стабилизация, программный контроль длины волны CO<sub>2</sub> в диапазоне 10.3-10.8 мкм. Высокая стабильность мощности излучения: вариация мощности менее чем +/- 0.25% в течение 30 минут

Перестраиваемые источники среднего ИК диапазона 4 мкм - 11 мкм, свободные от перескоков мод: типичный диапазон перестройки источника до 60 см<sup>-1</sup>

Аттенюаторы обеспечивающие уменьшение мощности лазерного излучения без смещения лазерного пучка. Уровни пропускания: 0.05, 0.12, 0.2, 0.25, 0.45

#### Интерферометрическая система

Компактный размер: Занимаемая площадь 45x30 см (45x75 см включая основание ACM)

Стандартный объектив с апертурой 0.35 NA.

Широкополосный (3-12 мкм) ИК светоделитель оптимизированный для р-СБОМ

Перемещение зеркала опорного луча и юстировка плеча интерферометра по углу наклона осуществляется пьезоприводами с обратной связью, что обеспечивает удаленную оптимизацию интерферометра

Низкошумящий КРТ приемник с азотным охлаждением: <30 нВ/√Гц в полосе 100 кГц – 1 МГц

Открытый дизайн: легкоъемный защитный кожух обеспечивает прямой доступ к интерферометру. Возможность добавления или замены оптических элементов

Модульная конструкция: все важные компоненты заменяемы, включая модуль прямого ввода излучения, детектор, светоделитель, коллимирующие и фокусирующие линзы

HeNe лазер для трассировки ИК луча и настройки оптической системы

#### АСМ

Высококачественный АСМ с низким уровнем шума: Z-шум < 0.05 нм (СКО в полосе 10-1000 Гц)

10 нм АСМ и р-СБОМ (s-SNOM) пространственное разрешение

Низкий уровень дрейфа системы позволяет минимизировать паразитный сдвиг фазы между зондом и зеркалом интерферометра

Стабильные АСМ характеристики при высоких температурах: нагрев до 150 °С при помощи стандартного нагревательного столика

XYZ сканер с емкостными датчиками перемещения. Диапазон 100 x 100 x 10 мкм

Подвод образцом. Различная высота образца не требует оптической подстройки после смены образца

Автослежение за фокусом: область под зондом всегда в фокусе благодаря системе обратной связи и Z сканеру образца

Поддерживаются все стандартные АСМ и самые современные методы (включая KPFM, SRI, PFM, SCM)

Нерезонансная методика Hybrid™ для картирования количественных наномеханических характеристик и физических свойств за счет прямых силовых измерений

#### Контакты

Россия: Tel. +7 (499) 110-2050

Ирландия: Tel. +353 (61) 33-72-94

США: Tel. +1 (480) 493-0093

Китай: Tel. +86-21 5425 9595

[www.ntmdt-si.com](http://www.ntmdt-si.com)

[info@ntmdt-si.com](mailto:info@ntmdt-si.com)

Подписывайтесь на нас

