



РОСНАНО
Метрологический центр



РОСНАНО

ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Актуальность точных измерений для производственных применений нанотехнологий

Метрологический центр РОСНАНО

В.В. Иванов



Ключевые группы потребностей компаний в метрологическом обеспечении

1. Составляющие систем измерений производств для:

- обеспечения технологических процессов,
- входного контроля сырья и комплектующих,
- контроля качества продукции,
- ведения НИОКР в компании.

2. Услуги измерений и испытаний в интересах продвижения продукции на рынки для:

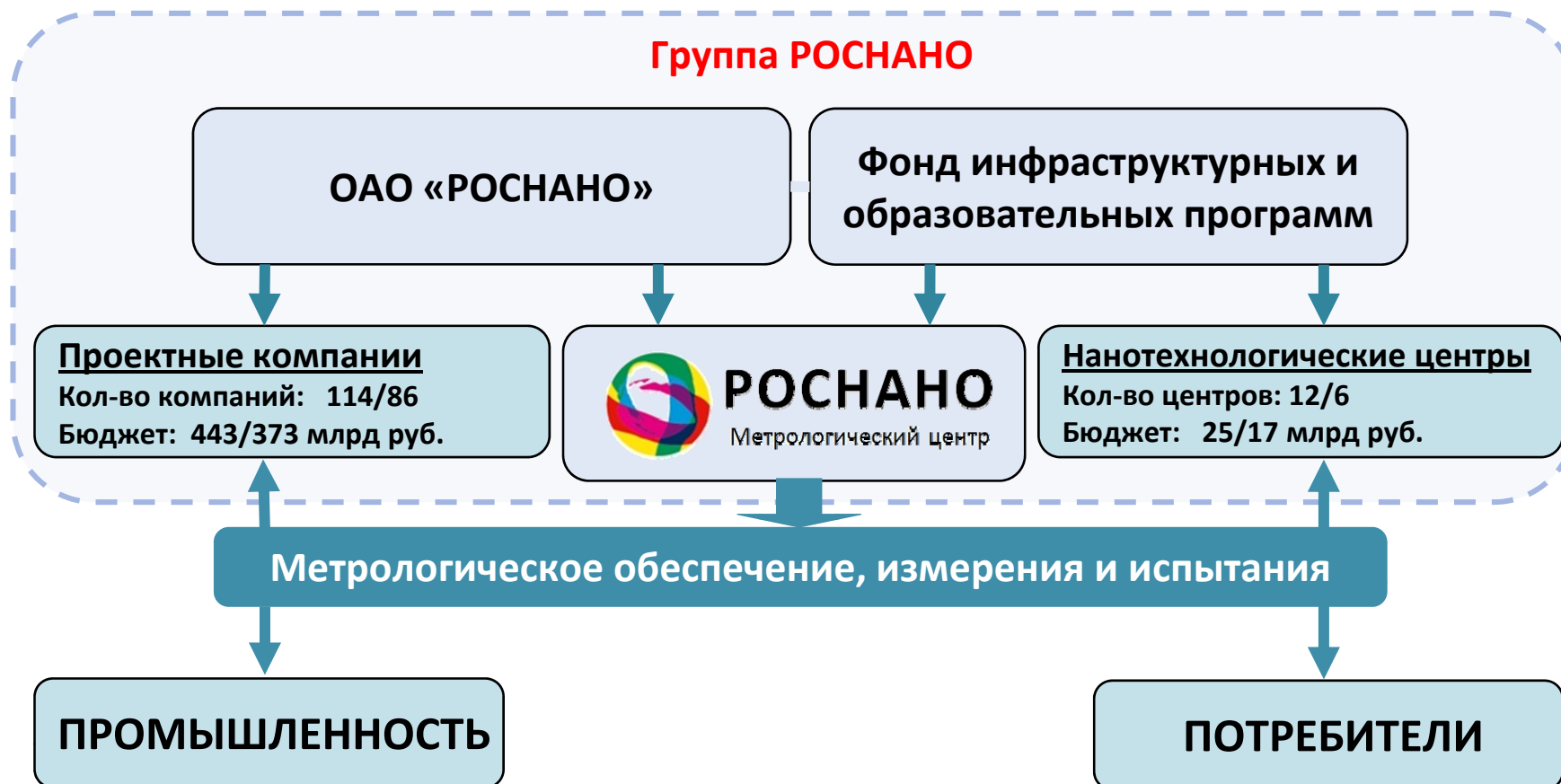
- сертификации,
- валидации по требованиям крупного потребителя,
- арбитражных действий.

3. Повышение квалификации специалистов в области метрологии наноструктурных составляющих.

Метрологический центр РОСНАНО (МЦ РОСНАНО)

- создан ОАО «РОСНАНО» в 2010 году с целью эффективного удовлетворения потребностей компаний наноиндустрии в метрологическом обеспечении, необходимом для выпуска качественной, конкурентоспособной, безопасной продукции и минимизации барьеров при ее выводе на международные рынки. МЦ РОСНАНО является сервисной компанией и операционным координатором системы метрологического обеспечения РОСНАНО, созданной при взаимодействии с Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

Метрологический центр в группе РОСНАНО



Деятельность Метрологического центра РОСНАНО

Компетенции МЦ РОСНАНО	Реализовано МЦ РОСНАНО
Проведение метрологических и технологических экспертиз проектов в сфере наноиндустрии	Более 110 проектов
Диагностика и мониторинг контрольно-измерительных систем компаний наноиндустрии для обеспечения качества продукции	Более 70 компаний
Проведение измерений параметров и испытаний различных видов продукции наноиндустрии	Более 40 выполненных заказов
Разработка и аттестация методик измерений, испытаний и калибровок в широкой области видов измерений, применяемых в наноиндустрии	Более 30 методик измерений

Установленные измерительные потребности компаний

По результатам мониторинга МЦ РОСНАНО метрологического обеспечения 70 производств в 2011 году установлены потребности:

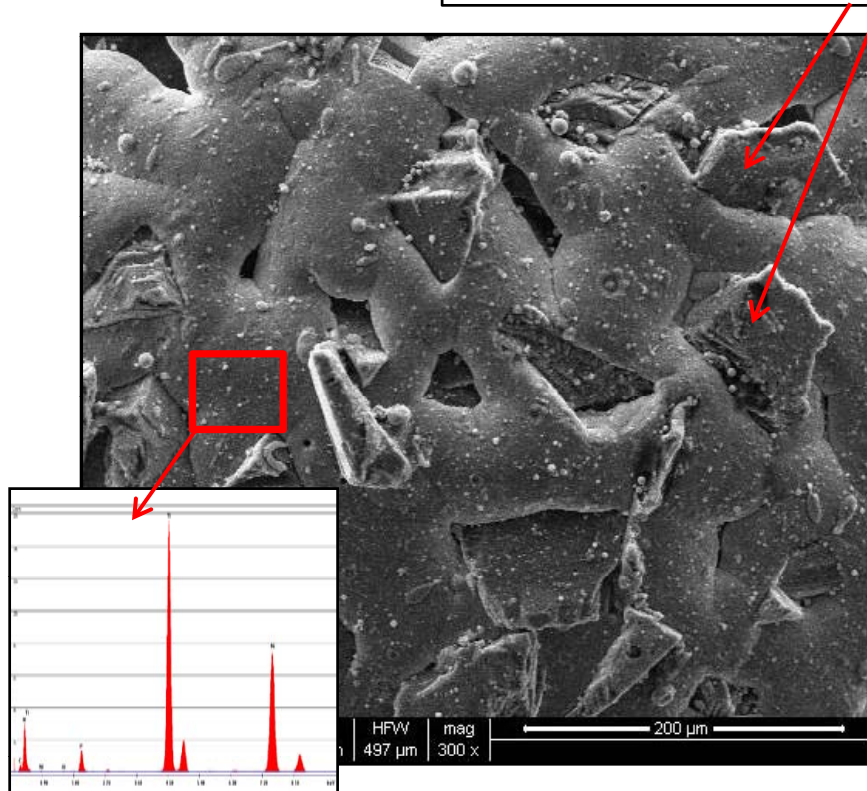
Методики измерений - 84

Стандартные образцы - 10 комплектов

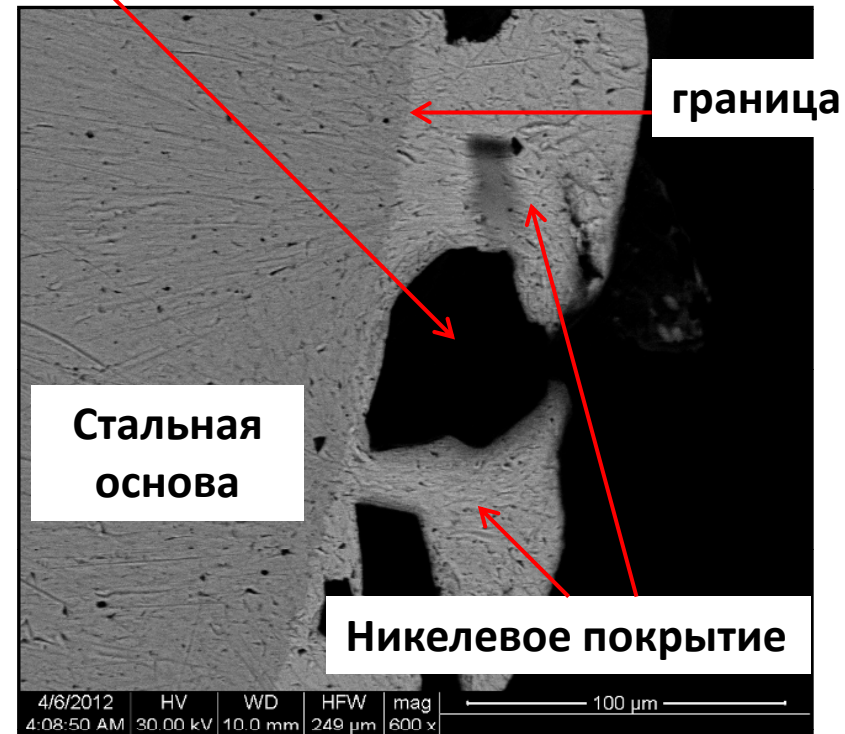
Перечень потребностей направлен для реализации в Центр метрологического обеспечения и оценки соответствия нанотехнологий и продукции nanoиндустрии Росстандарта

Пример 1. Стоматологические боры с функциональным покрытием

Алмазные зерна со средним размером 60 мкм

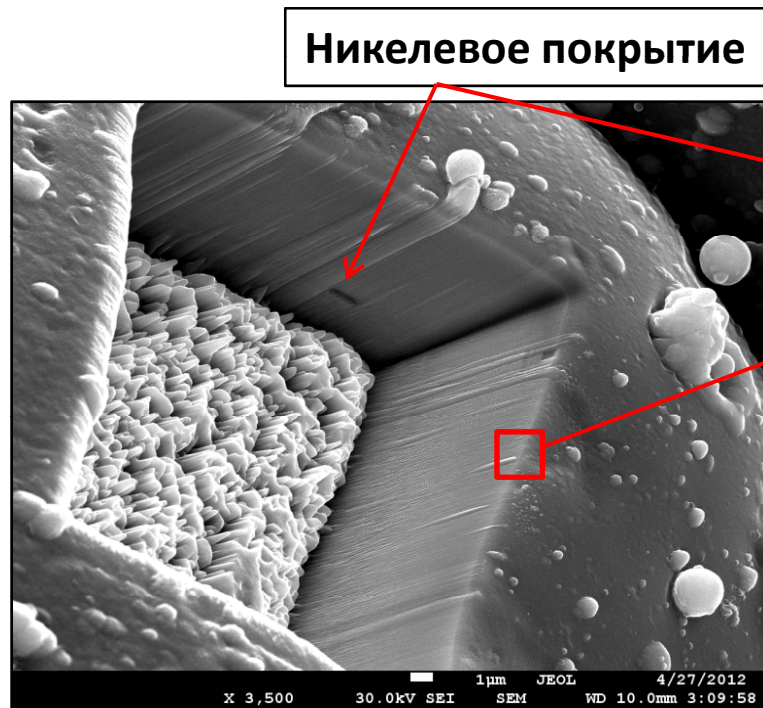


Поверхность стоматологического бора и спектр рентгеновского микроанализа, подтверждающий наличие **нитрида титана**

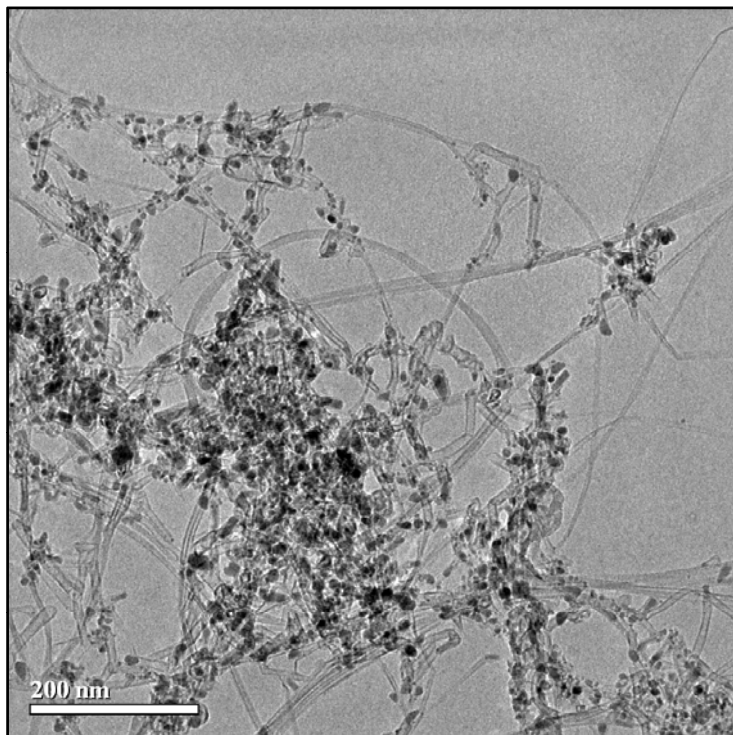


Граница материалов стальной подложки и композитного никелевого покрытия толщиной 70 мкм, содержащего **алмазные зерна**

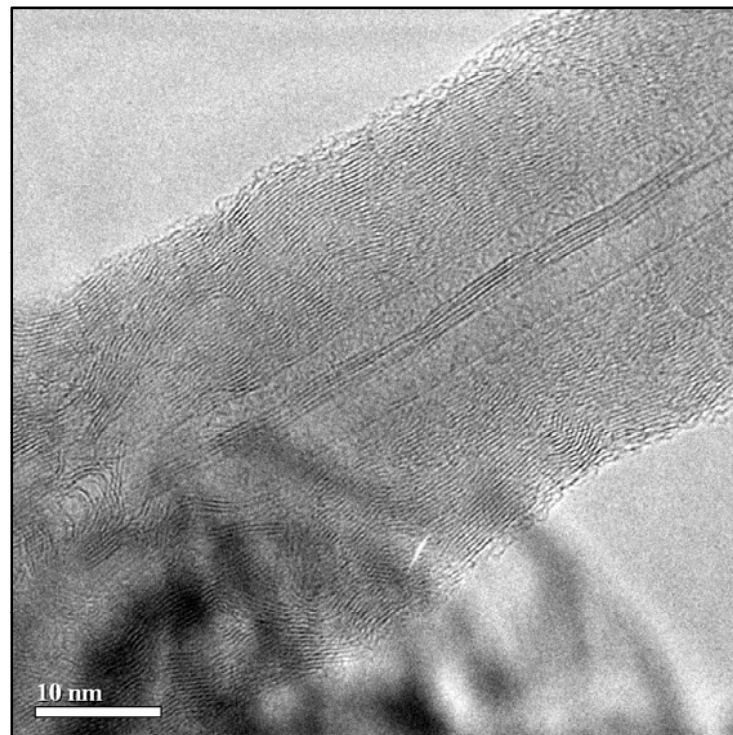
Пример 1. Стоматологические боры с функциональным покрытием



Пример 2. Углеродные нанотрубки

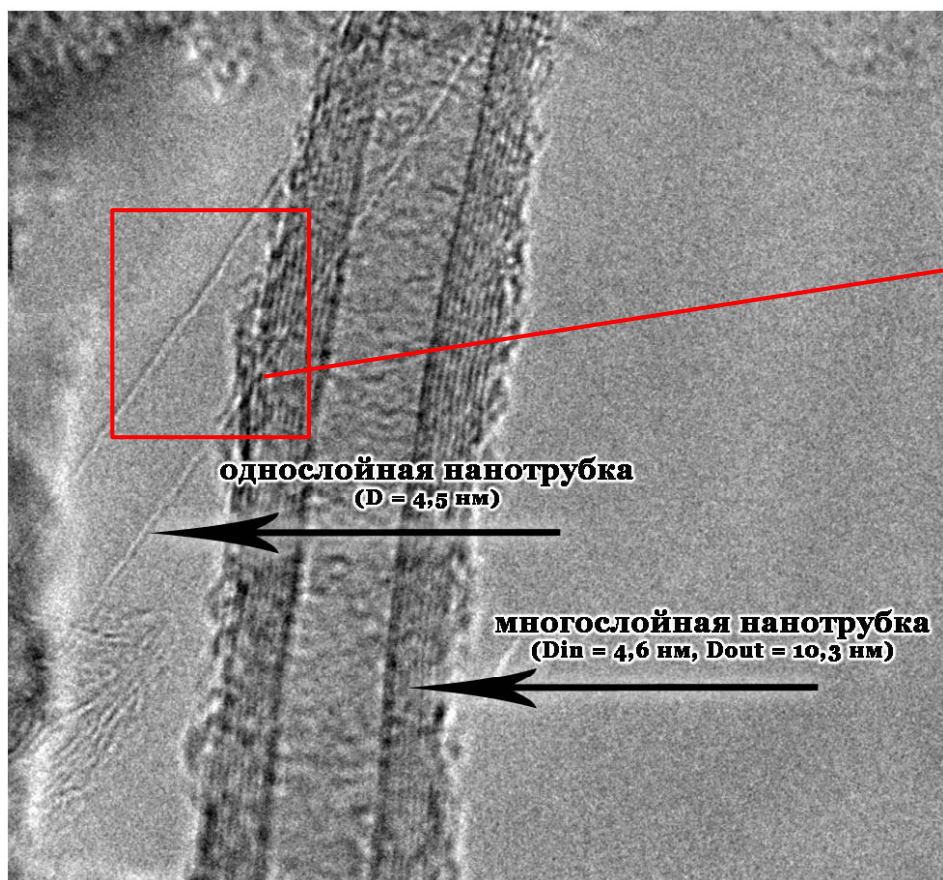


**Клубок углеродных нанотрубок.
Просвечивающий электронный
микроскоп JEOL JEM 2100.**

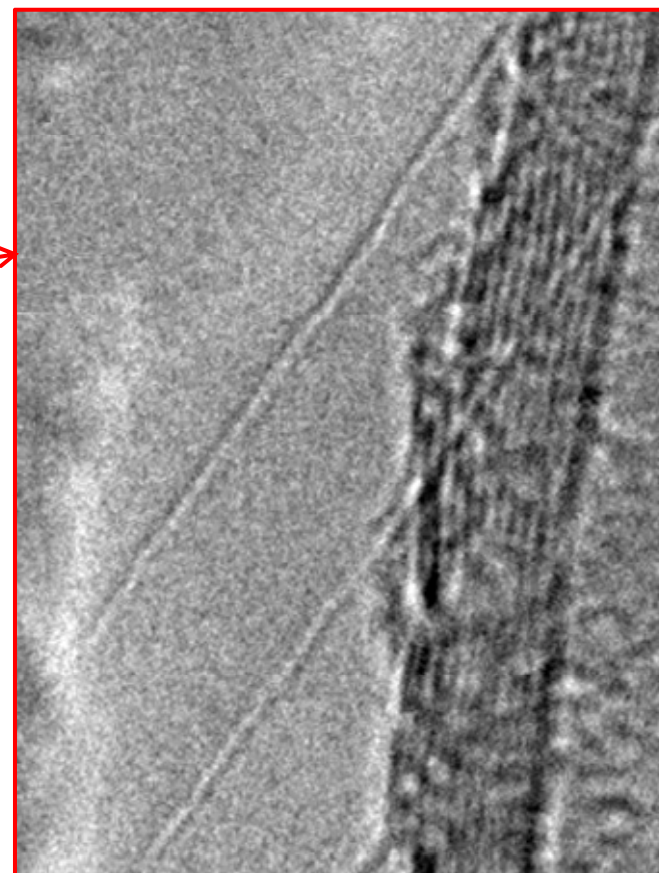


**Многослойная углеродная нанотрубка
с углеродными волокнами
во внутреннем канале.**

Пример 2. Углеродные нанотрубки



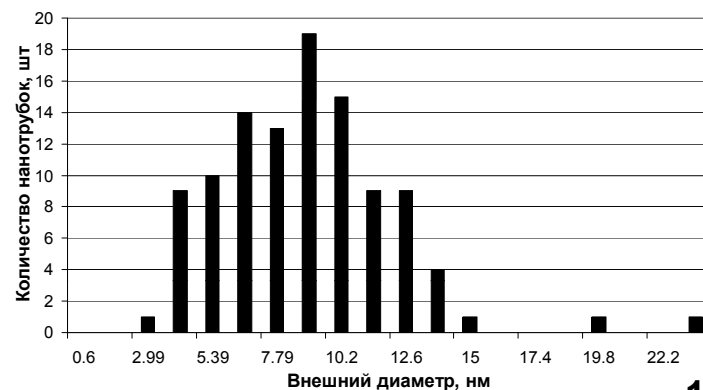
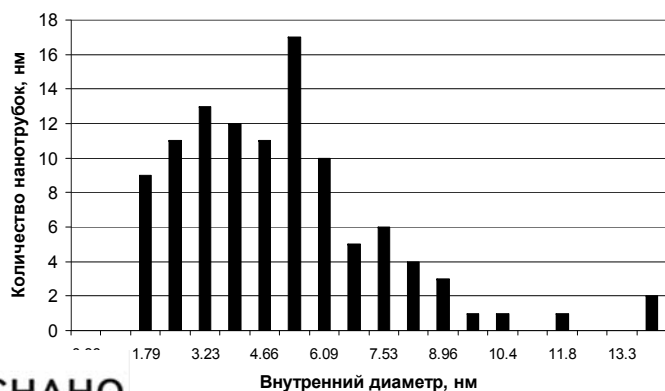
Однослойная и многослойная
углеродная нанотрубки



Однослойная углеродная
нанотрубка диаметром 4,5 нм
(пересекает стенку
многослойной трубки)

Пример 2. Углеродные нанотрубки - параметры

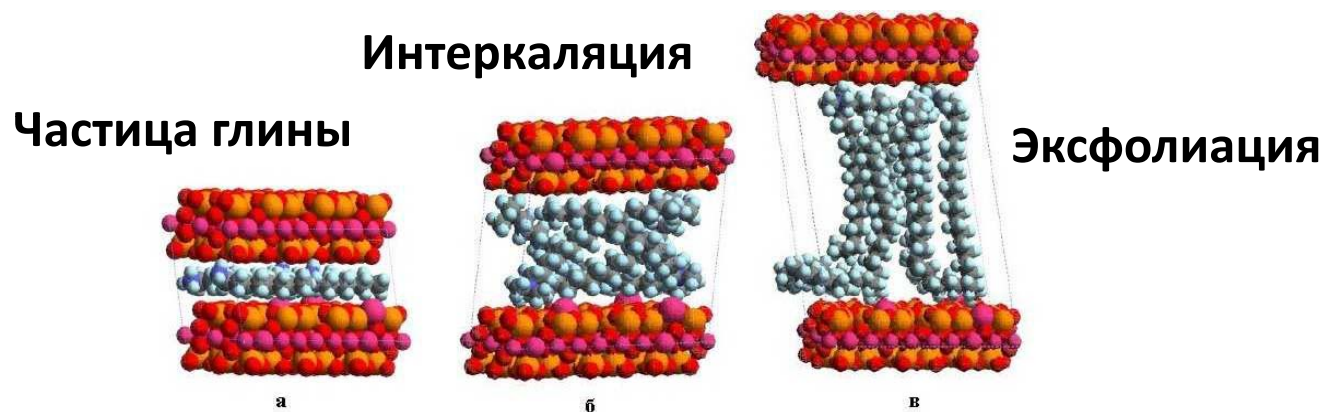
Параметр / Образец	№1	№2	№3	№4
$\langle D_{out} \rangle$, нм	8,9±0,6	18,1±2,3	17,2±1,0	12,3±0,3
$\langle D_{in} \rangle$, нм	5,0±0,5	5,3±0,6	4,7±0,2	5,2±0,2
$\langle N \rangle$, шт	6	17	17	9
A_{SW} , %	1,9	1,7	< 1	-
A_{DW} , %	1,9	20	-	< 1
Аморфный углерод, масс.%	2,9±0,2	1,3±0,2	3,0±0,2	< 0,5
Зольность, масс.%	41,8±0,2	23,5±0,2	< 0,5	1,4±0,2



Пример 3. Полимер-матричные композиты, усиленные нанопластинами

Барьерный эффект в полимерных пленках достигается введением нанопластин и их одинаковой ориентацией

Технологическая задача – разделение частиц слоистых силикатов (глин) на тонкие слои (нанопластины) и введение их в полимер.



Измерительная задача – определение степени интеркаляции частиц глины и эксфолиации на нанопластины с целью контроля завершенности процесса.

Пример 3. Полимер-матричные композиты - методики измерений

Объект

Монтмориллонит – глинистый минерал, относящийся к подклассу слоистых силикатов.

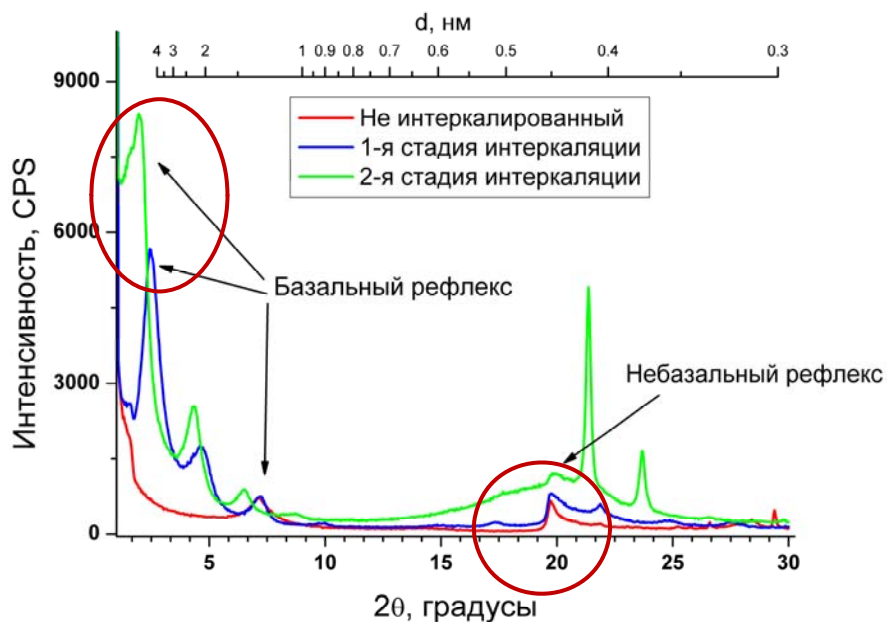
Интеркаляция – обратимое включение молекулы или группы между другими молекулами или группами.

Эксфолиация – процесс разделения слоистых кристаллитов на отдельные пластины.

Разработанные методики измерений:

1. Измерение массовой доли интеркалированных кристаллитов монтмориллонита низкомолекулярными соединениями в смесях, содержащих интеркалированные и неинтеркалированные кристаллиты монтмориллонита
2. Объемная доля интеркалированных олигомерными или полимерными соединениями кристаллитов монтмориллонита по отношению к общему количеству интеркалированных и органомодифицированных кристаллитов монтмориллонита

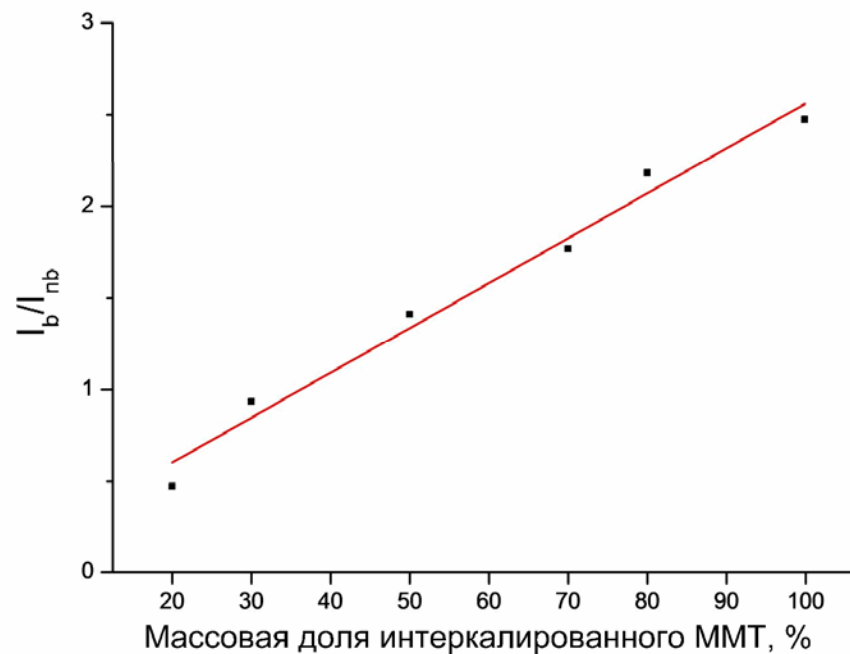
Пример 3. Полимер-матричные композиты - методики измерений



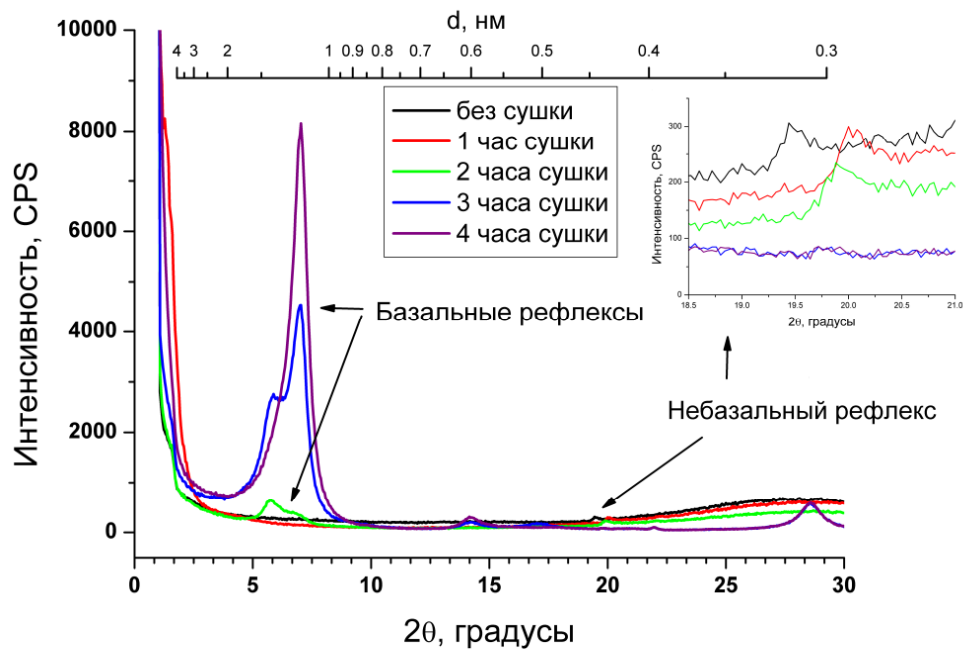
Массовая доля интеркалированного ММТ

$$n = k \cdot \frac{I_b}{I_{nb}}$$

Показатель степени интеркаляции ММТ – соотношение интенсивностей базального и небазального рефлексов



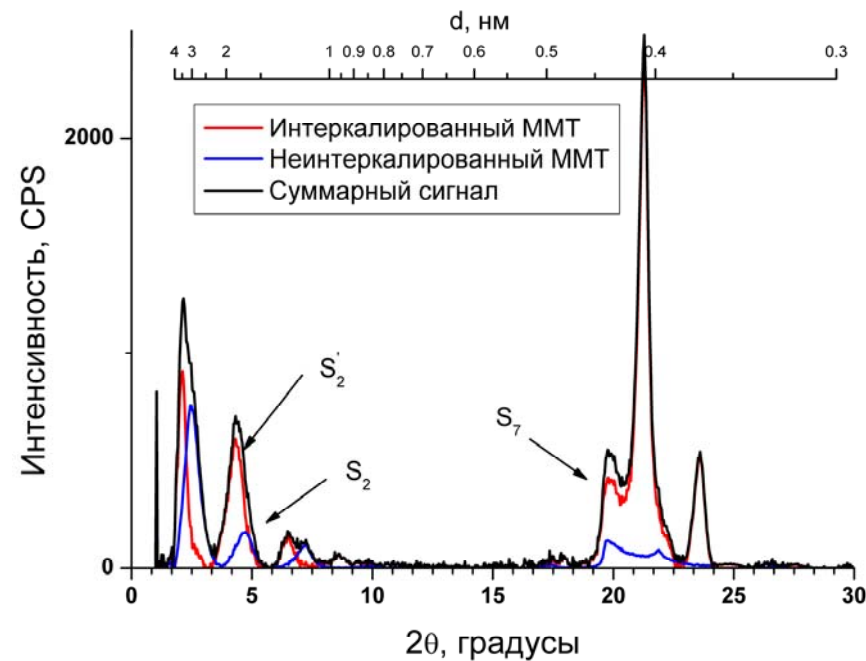
Пример 3. Полимер-матричные композиты, методики измерений - эксфолиация



Доля эксфолиированного ММТ:

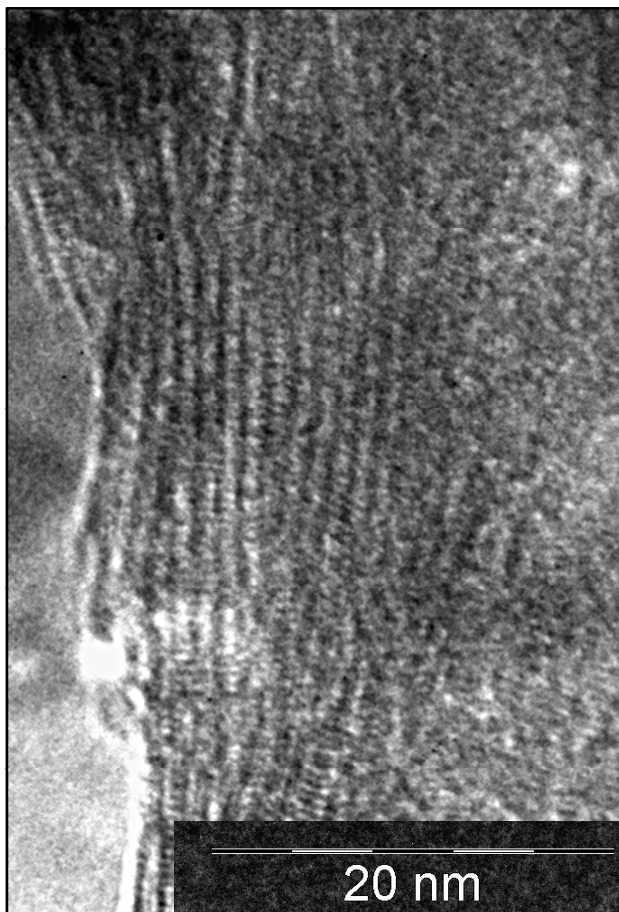
$$e = 1 - \frac{S_2 + S_2'}{A \cdot S_7}$$

A – находится из калибровочной зависимости



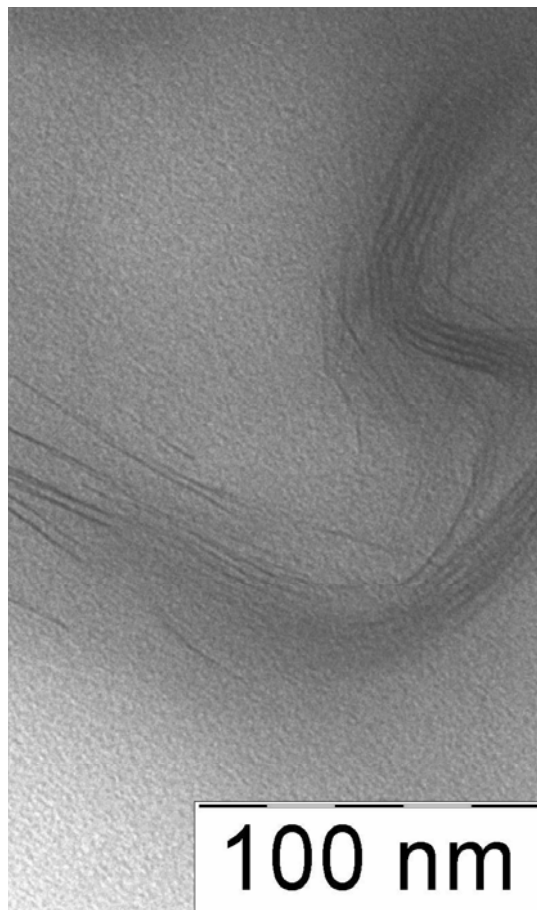
Пример 3. Полимер-матричные композиты, изображения структур

а

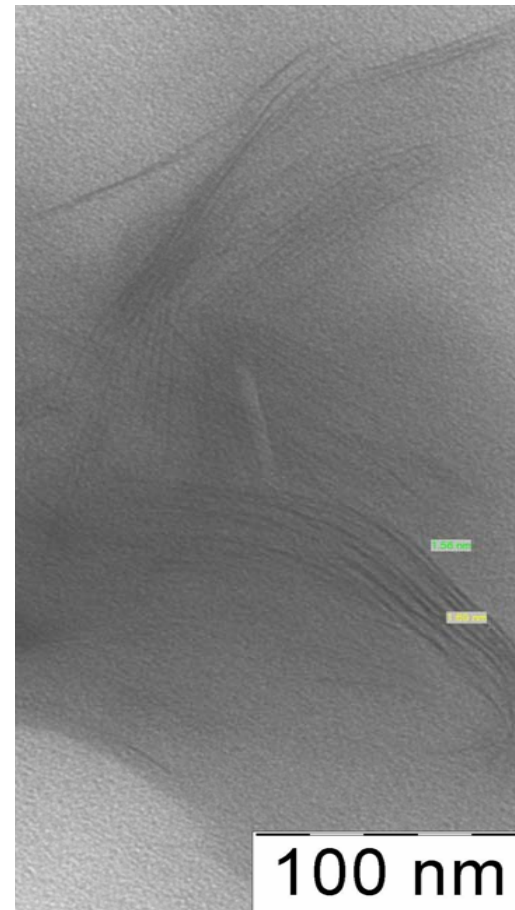


Расстояние между слоями **исходного ММТ** составляет порядка 1 нм.

б



Расстояние **между слоями интеркалированного ММТ** составляет 2-3 нм.



Инструменты повышения квалификации специалистов в области метрологии наноиндустрии

- **Школы «Метрология и стандартизация в нанотехнологиях и наноиндустрии»** – проводятся ежегодно с 2008 года РОСНАНО и Росстандартом.
- **Тематика школ:**
 - Практика в области метрологического обеспечения и стандартизации технологий и продукции наноиндустрии.
 - Методические подходы в диагностике и анализе структур и свойств нанообъектов.
 - Требования к методам измерений и испытаний в различных областях нанотехнологий.
 - Метрологическое обеспечение безопасности нанотехнологий и наноматериалов.
- **Целевая аудитория** специалисты компаний наноиндустрии, регулирующих органов, центров коллективного пользования, испытательных центров и лабораторий.



**5-я Школа
«Метрология и стандартизация
в нанотехнологиях и nanoиндустрии»**

4 – 7 июня 2012 г.

Черноголовка (Московская область)

www.rusnano-mc.com/nanomet-2012



Благодарю за внимание!

**Общество с ограниченной ответственностью «Метрологический центр
РОСНАНО»**

117036, Москва, Проспект 60-летия Октября, д. 10А.

Тел.: +7 495 988 53 88; +7 495 988 56 59

Факс: +7 495 988 56 60

www.rusnano-mc.com

info@rusnano-mc.com