МГТУ им. Н.Э. Баумана
кафедра СМ13 «Ракетно-космические композитные конструкции»

Композиционные материалы на наноуровне

Москва - 2017

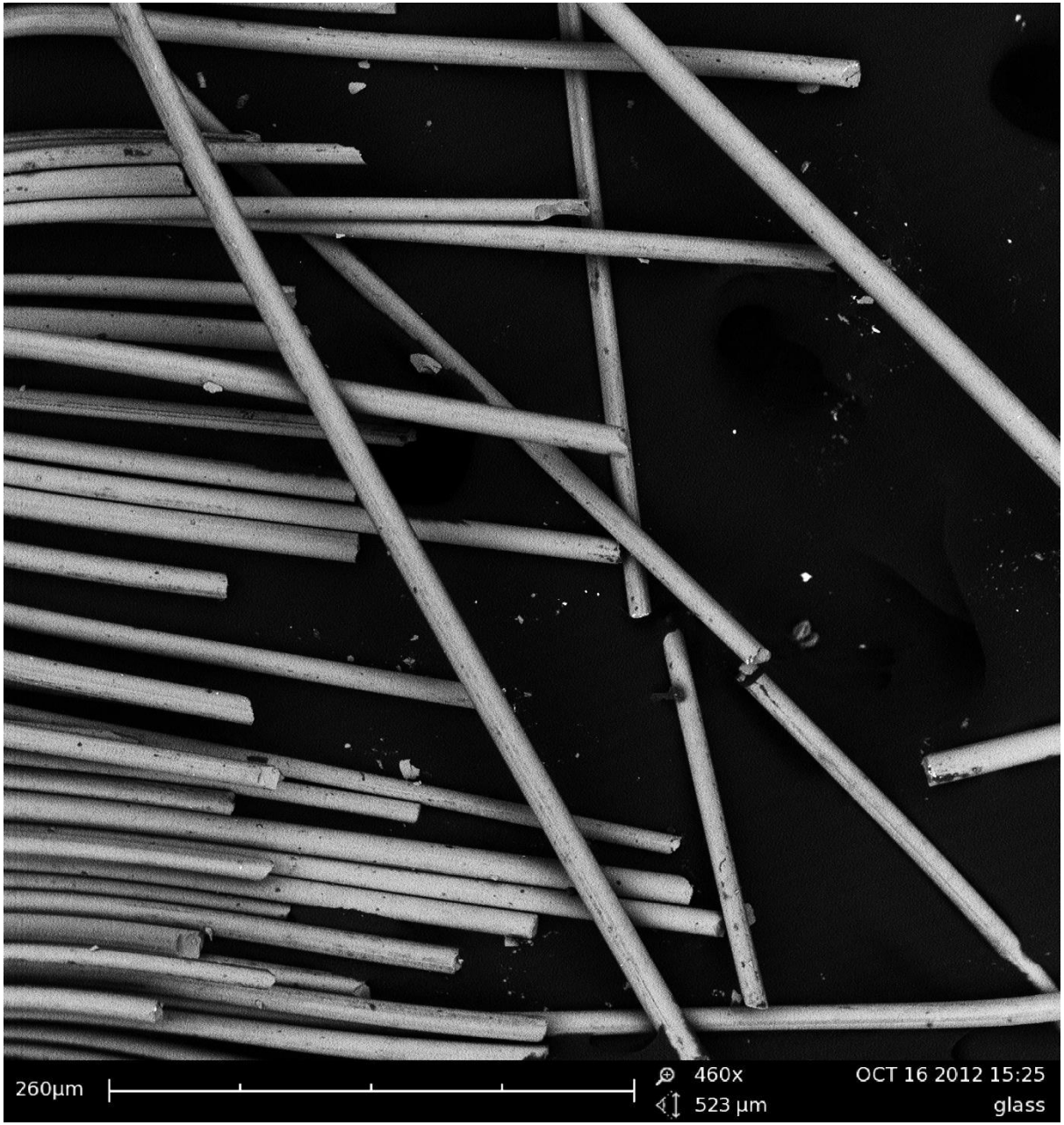
Существующие методы изучения КМ

Основные методы анализа состояния поверхностного слоя:

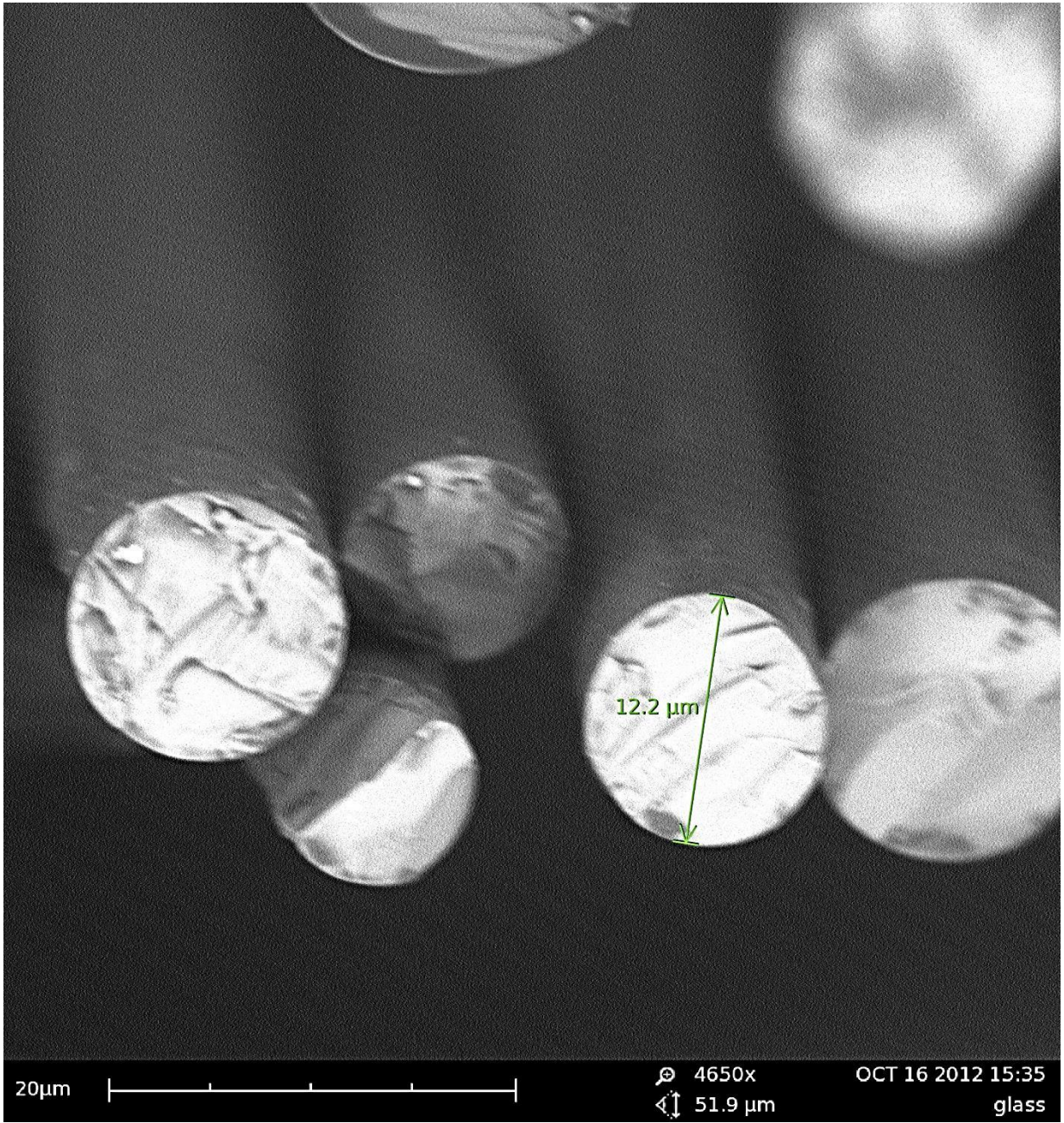
- Оптическая микроскопия
- Конфокальная оптическая микроскопия
- Растровая электронная микроскопия
- Сканирующая туннельная микроскопия
- Атомно-силовая микроскопия

	Преимущества метода	Недостатки метода
Оптический микроскоп	Простота освоения и использования, малые затраты энергии	Невысокая контрастность изображения, зависимость от уровня и источника освещения, двухмерность, «потолок» максимального увеличения в 2000 раз
Конфокальный микроскоп	Трёхмерное изображение поверхности, высокая контрастность, высокое разрешение вдоль оптической оси	Сложность осваивания и проведения сканирования, необходимость тщательного выбора диафрагм, чувствительность к внешним помехам
Растровый электронный микроскоп	Невысокие требования к подготовке образцов, высокая увеличивающая способность, разрешение, контраст и скорость, получаемых изображений	Двухмерность изображения, в некоторых случаях, при исследовании непроводящих материалов, необходимо нанести металлическое покрытие, что часто приводит к заметной деформации поверхности
Сканирующий туннельный микроскоп	Высокое пространственное разрешение получаемых изображений, высокая точность получаемого рельефа при соблюдении условий	Высокие требования, предъявляемые образцу, особенно по проводимости образца. Кроме того, ограничения накладываемые на зонд-иглу.
Атомно-силовой микроскоп	Возможность исследовать образцы с любой природы, трёхмерное изображение, высокая точность результатов, режим без взаимодействия	Небольшое поле сканирования, ограничения по максимальному перепаду высот шероховатости образца, высокие требования, предъявляемые к условиям проведения сканирования, сложность конструкции прибора

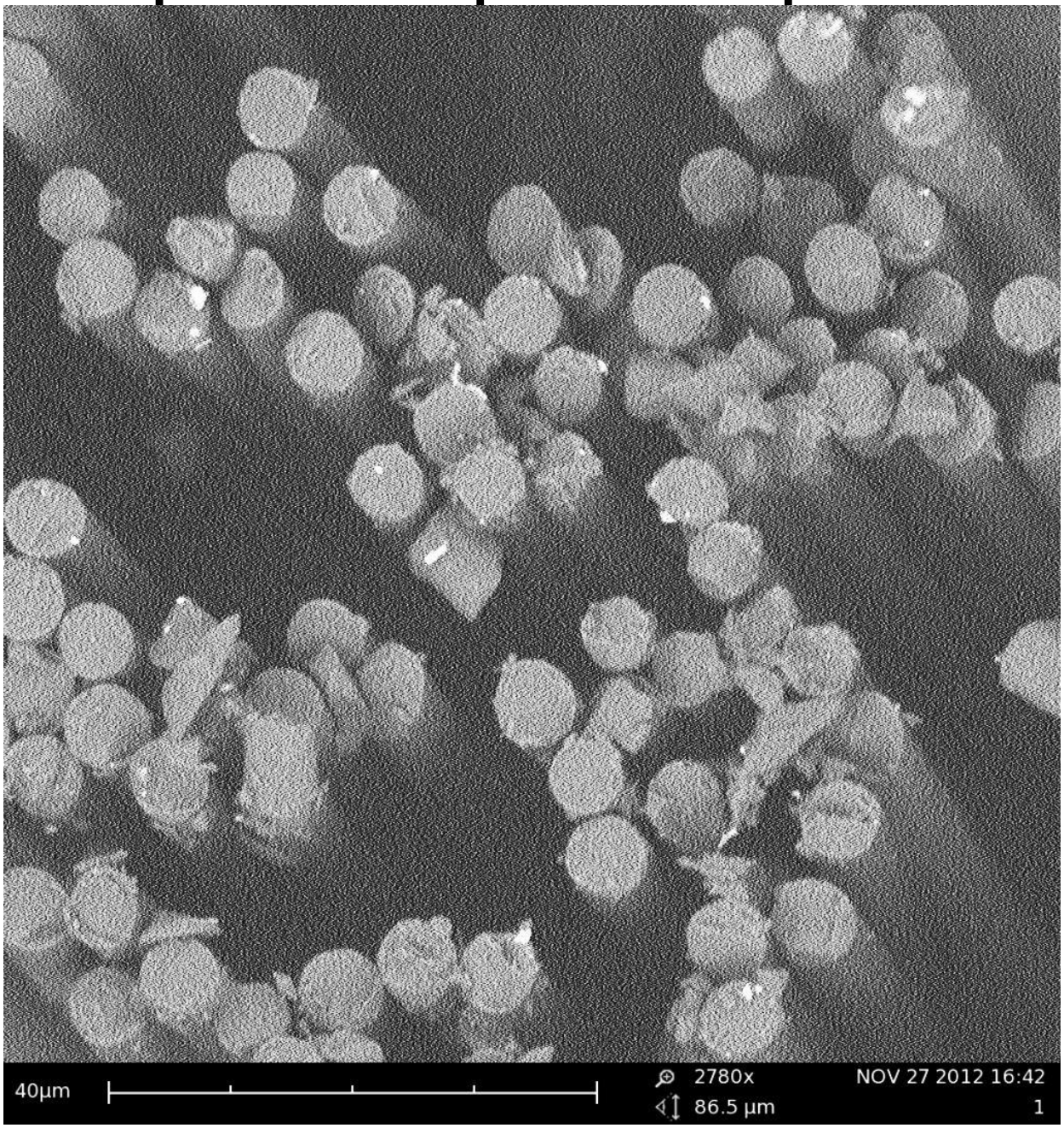
Растровая электронная микроскопия



Растровая электронная микроскопия

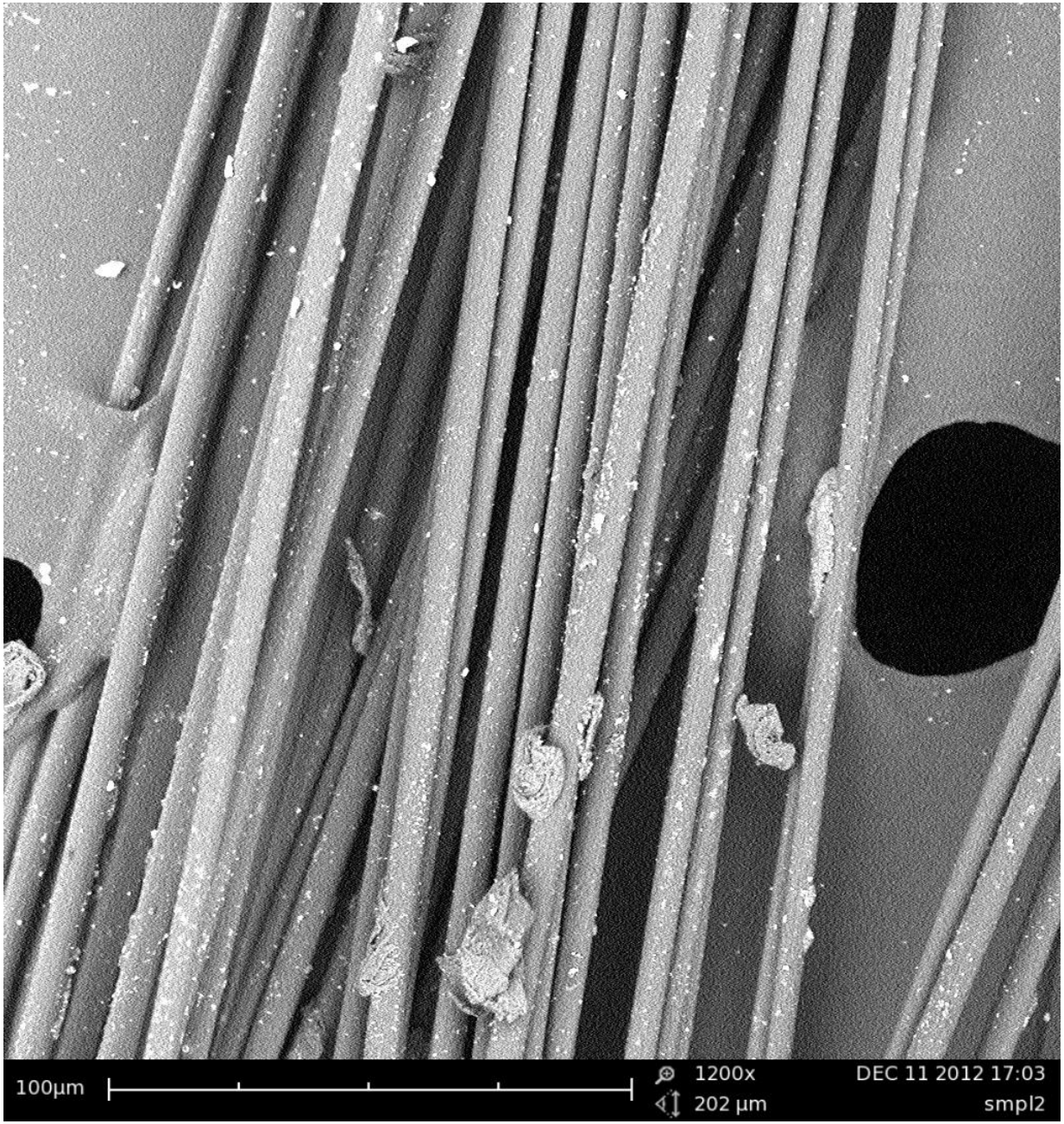


Растровая электронная микроскопия



Растровая электронная микроскопия

Растровая электронная микроскопия

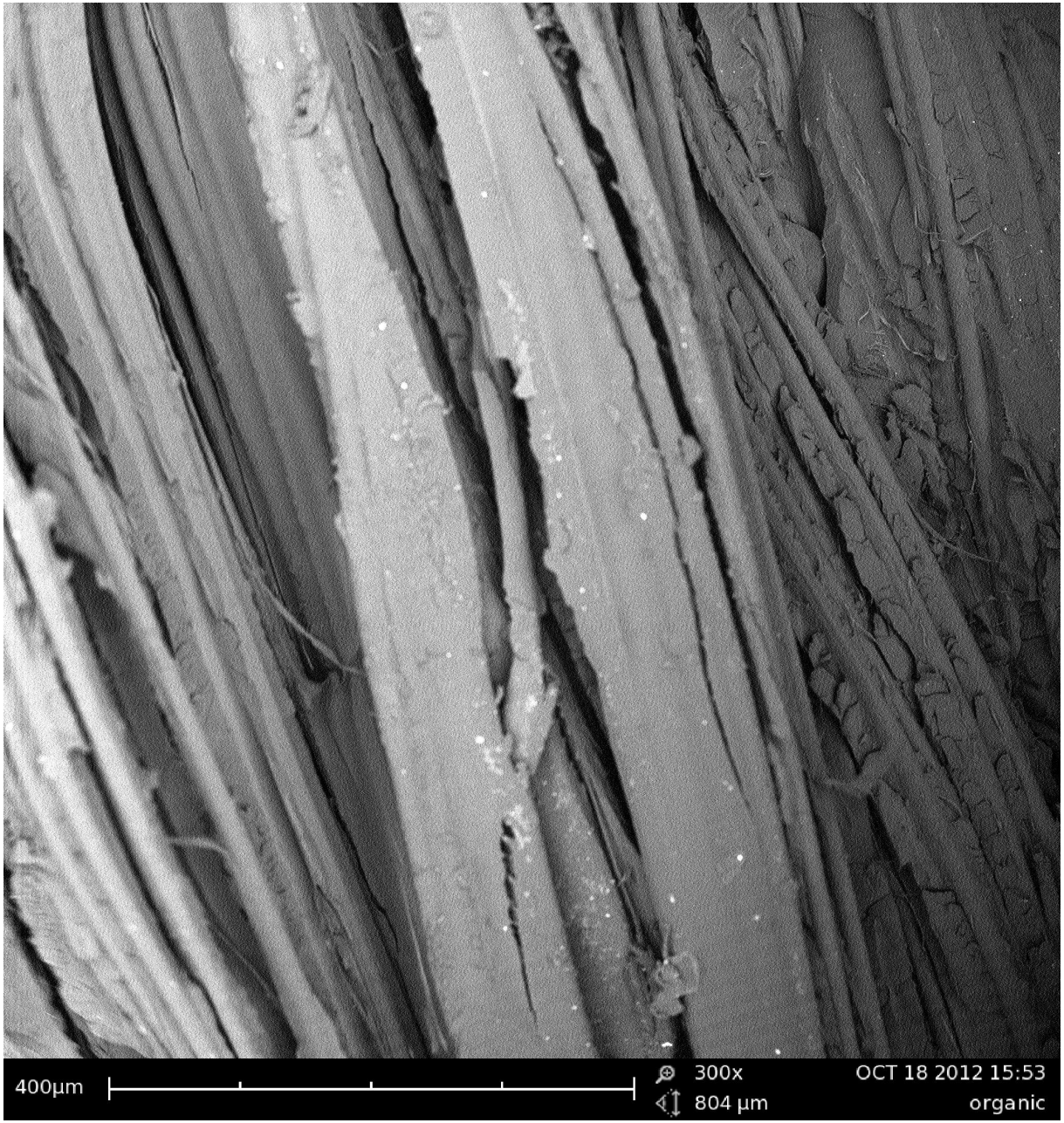


Растровая электронная микроскопия

Растровая электронная микроскопия

Растровая электронная микроскопия

Растровая электронная микроскопия



Атомно-силовая микроскопия

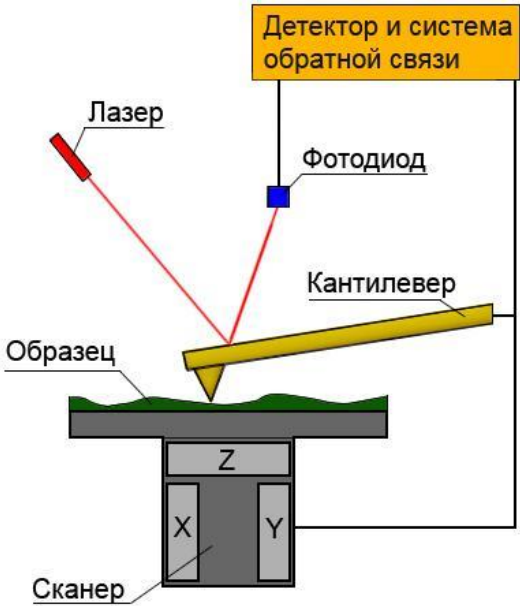
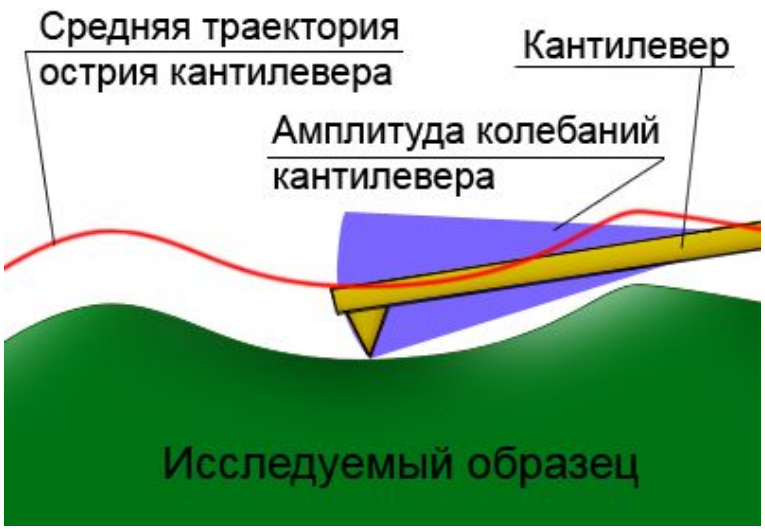
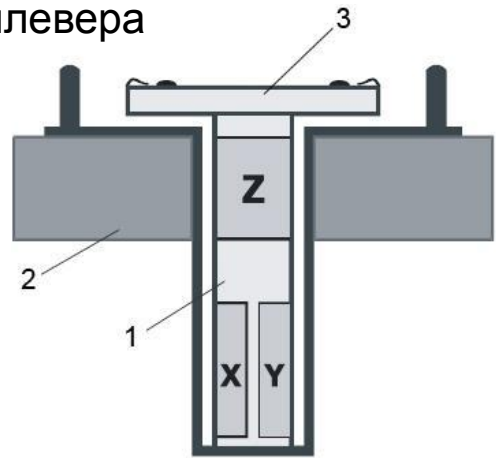


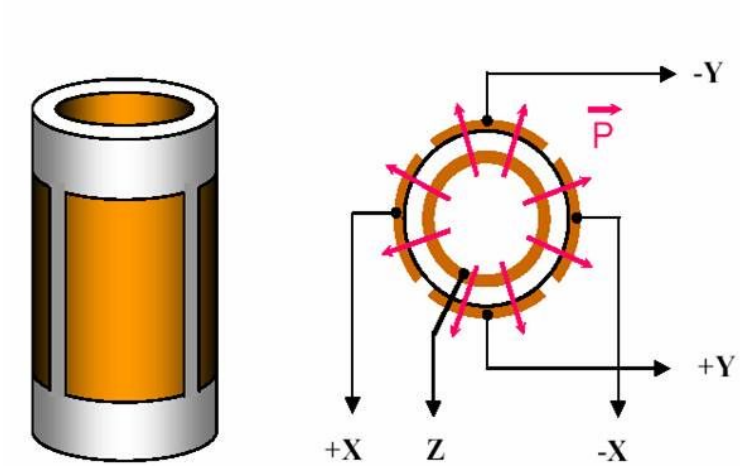
Схема регистрации изгибов кантилевера



Полуконтактный метод сканирования



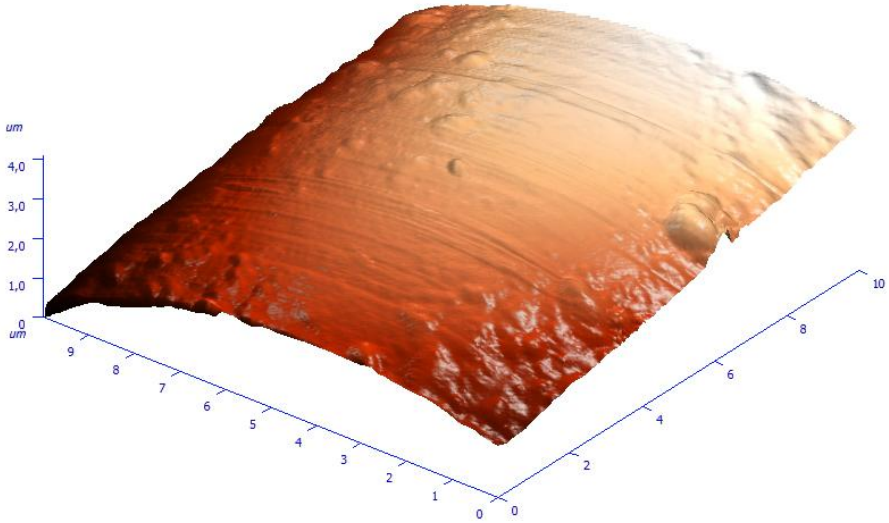
Устройство пьезосканера: 1) керамическая пьезотрубка; 2) каретка; 3) предметный столик



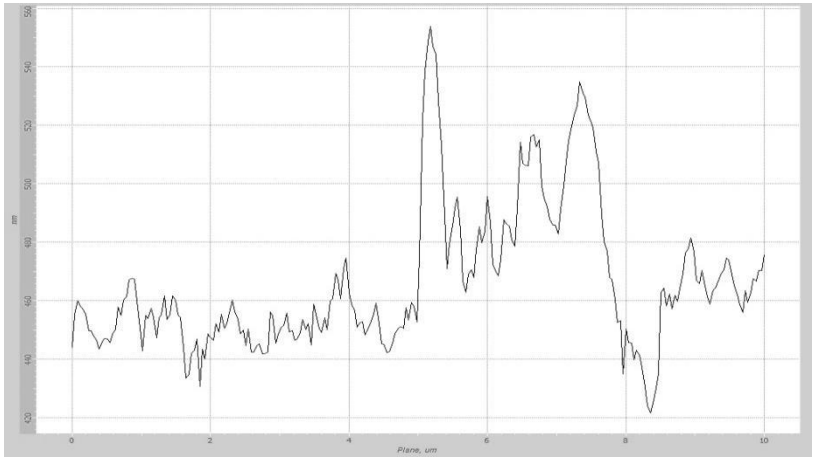
Трубчатый пьезосканер

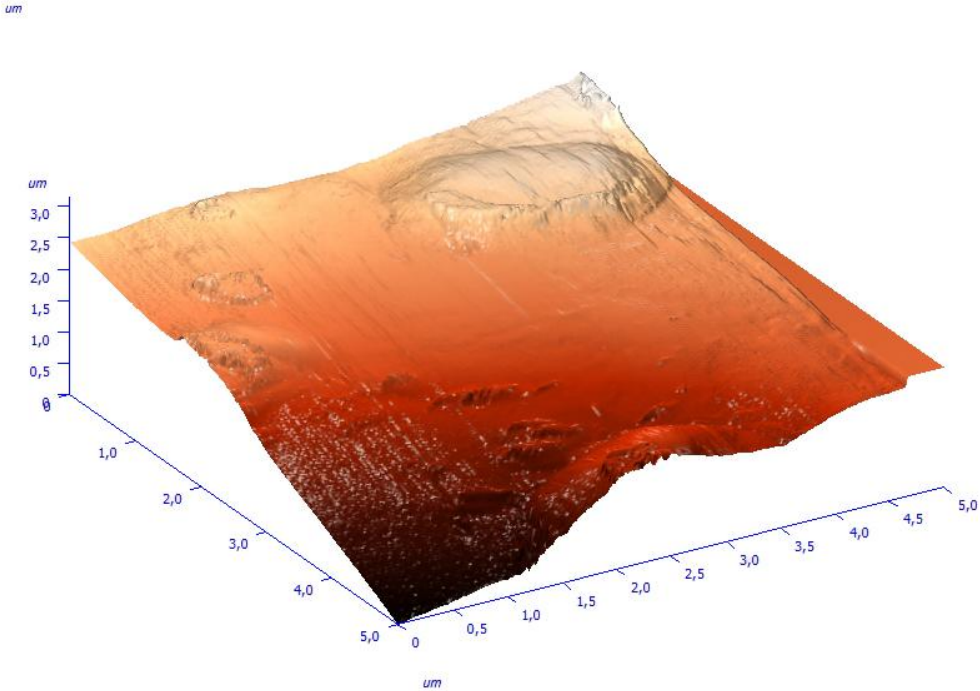
Атомно-силовая микроскопия

Стеклянное волокно Ortex



Область сканирования 10x10 мкм

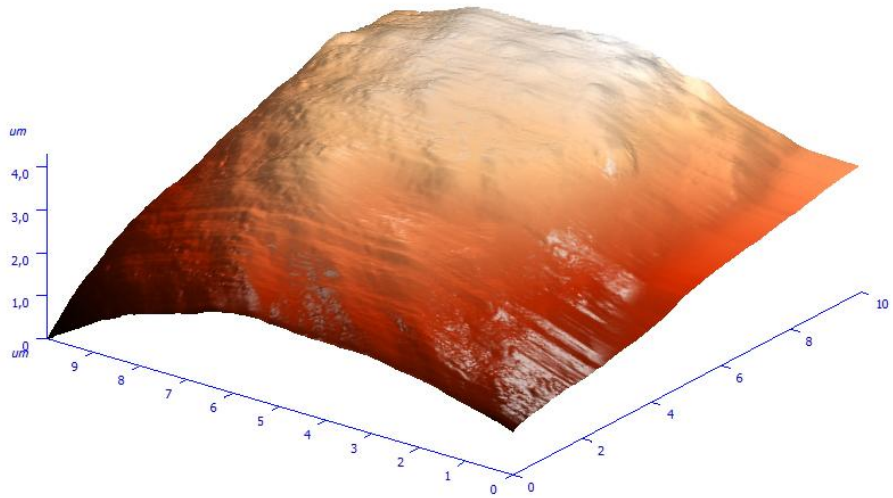




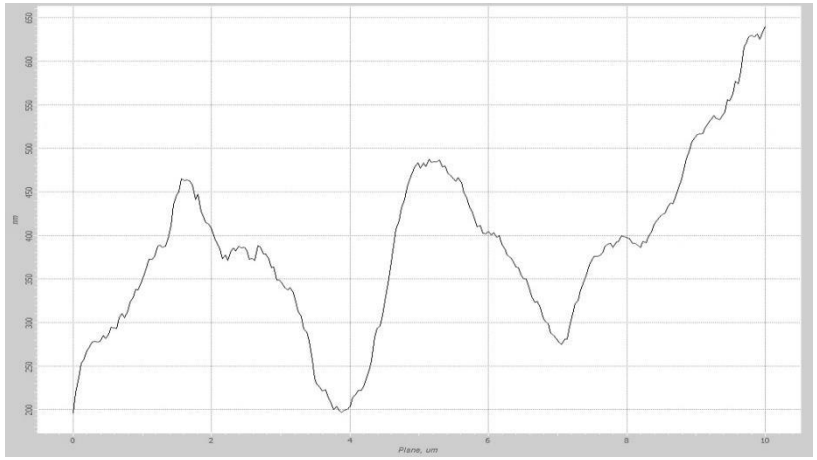
Область сканирования 5x5 мкм

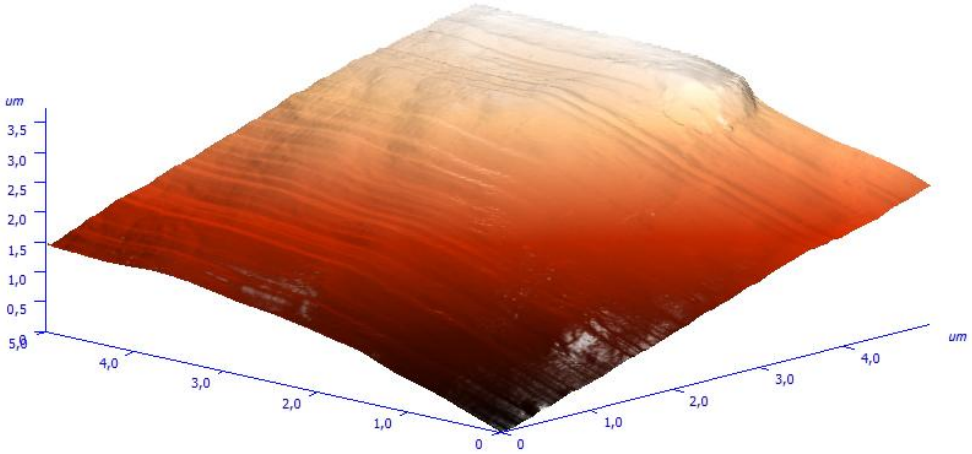
Атомно-силовая микроскопия

Стеклянное волокно PT300-100



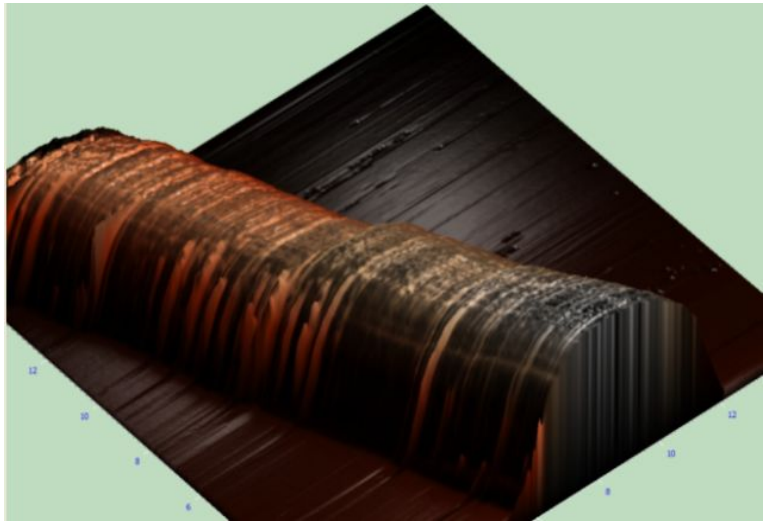
Область сканирования 10x10 мкм

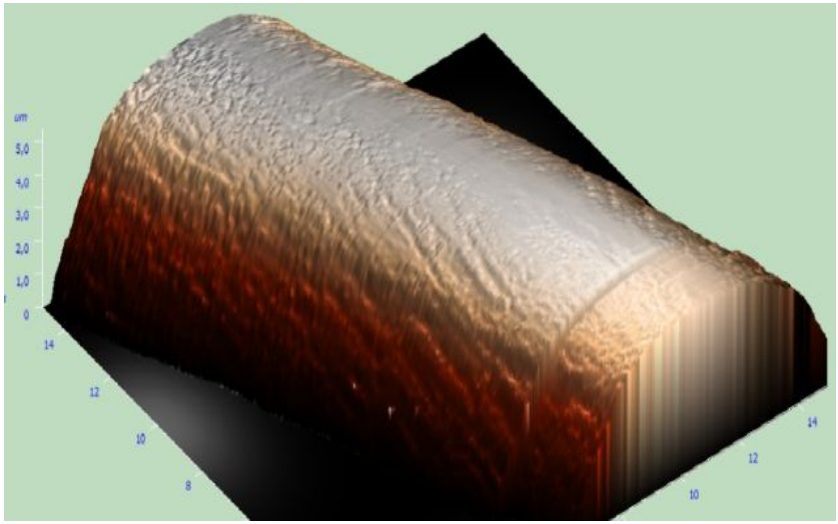


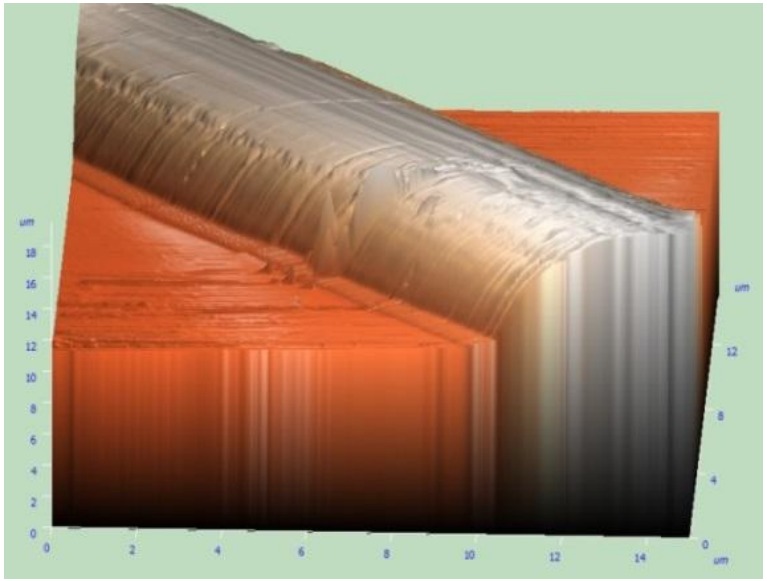


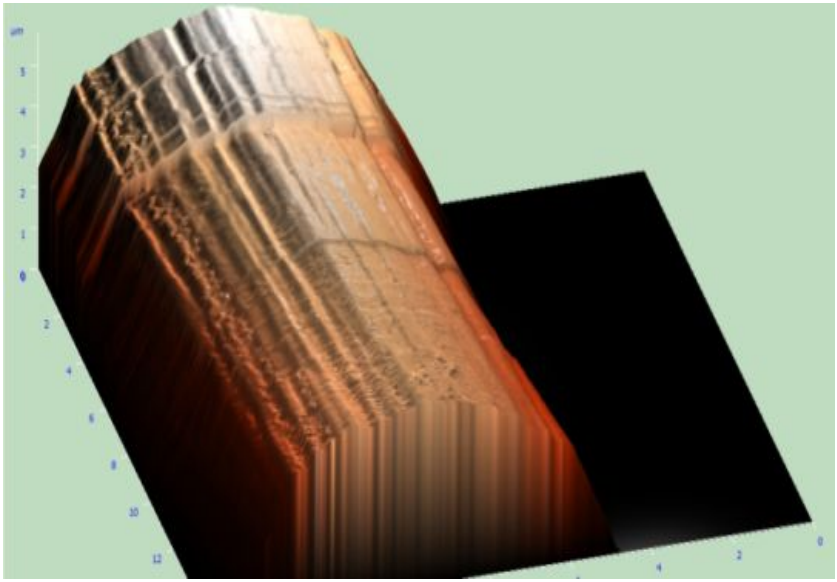
Область сканирования 5x5 мкм

Атомно-силовая микроскопия

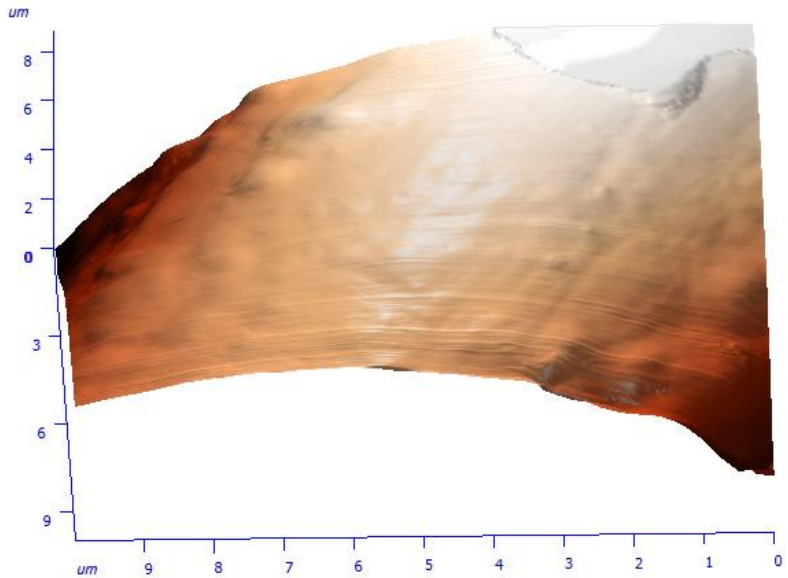




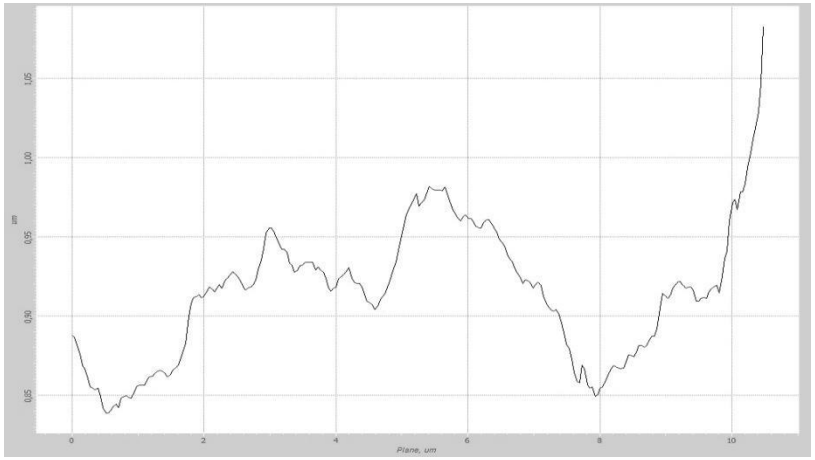




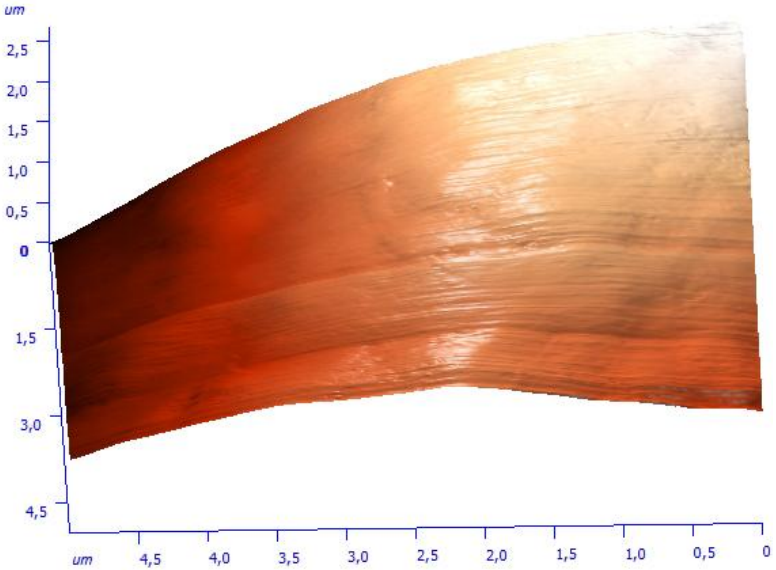
Атомно-силовая микроскопия



Область сканирования 10х10 мкм



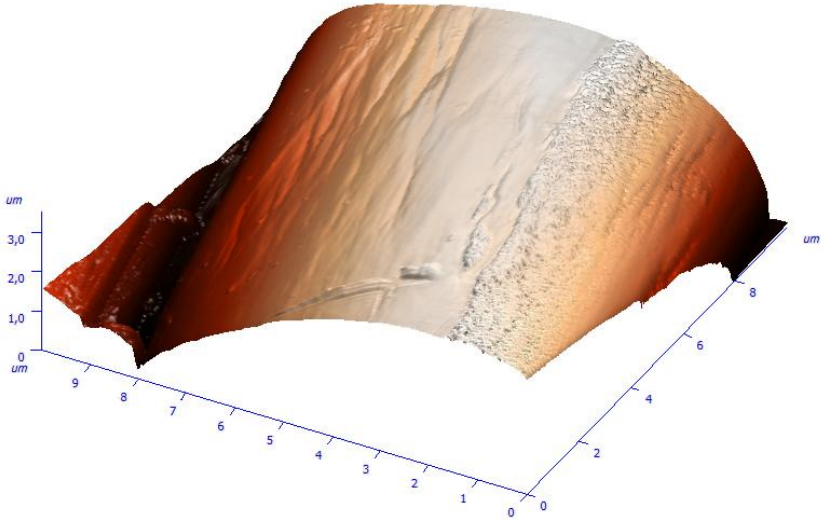
Органическое волокно СВМ-7,5



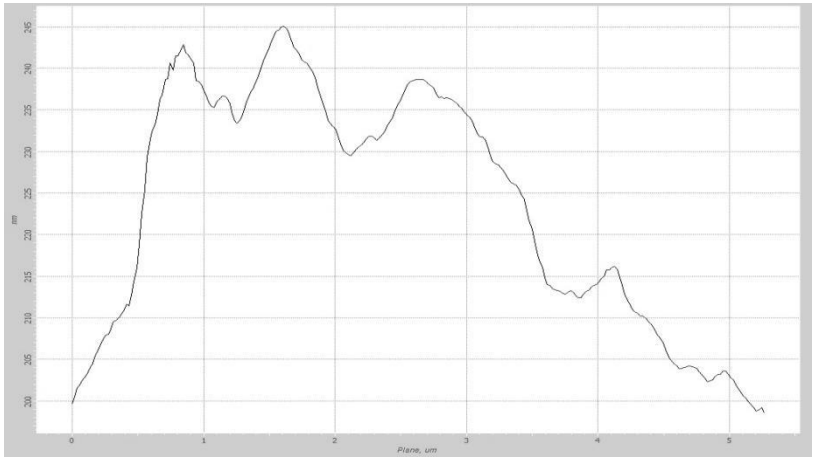
Область сканирования 5х5 мкм

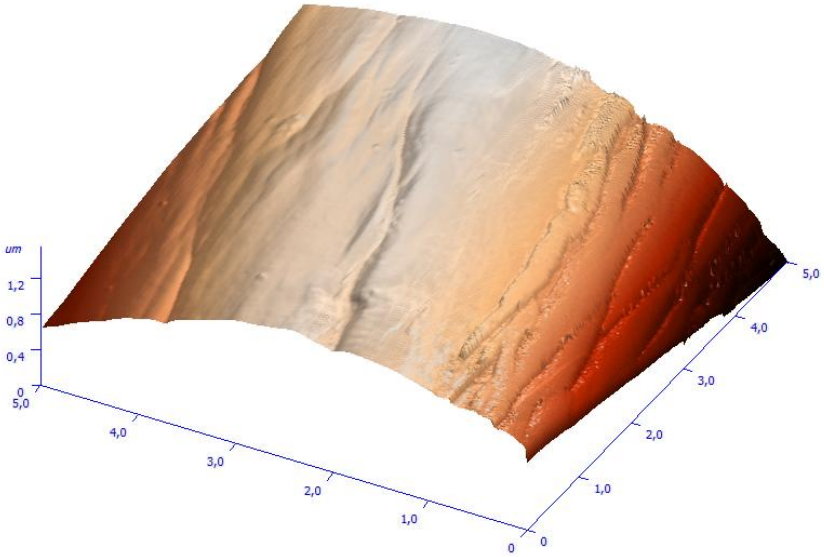
Атомно-силовая микроскопия

Органическое волокно Русар-5



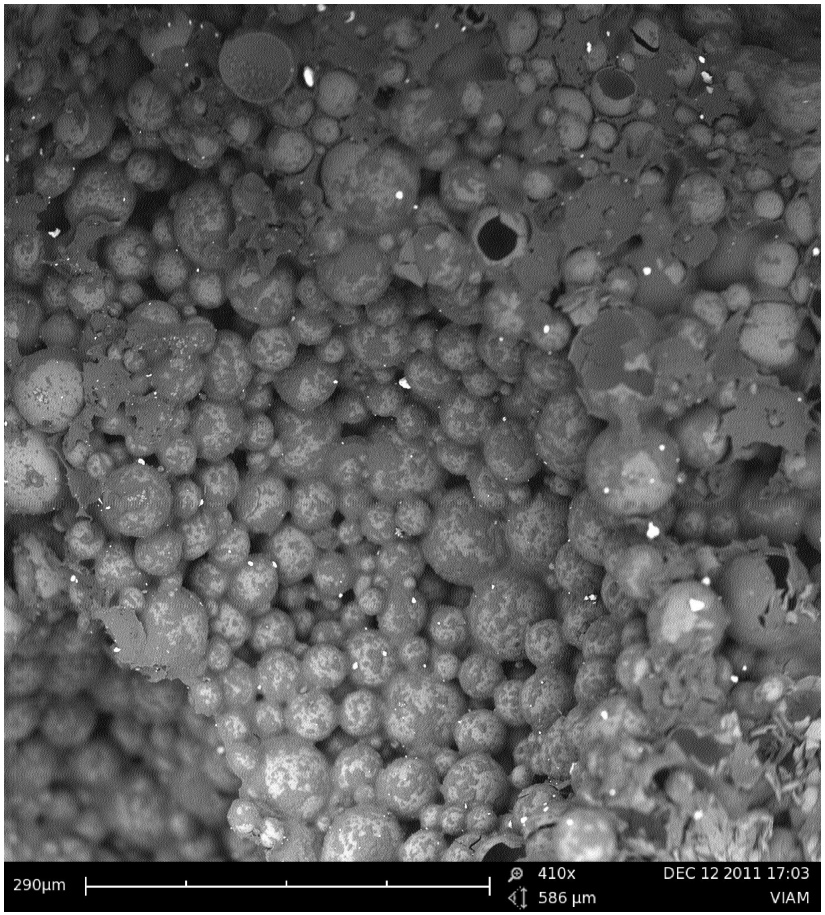
Область сканирования 10x10 мкм

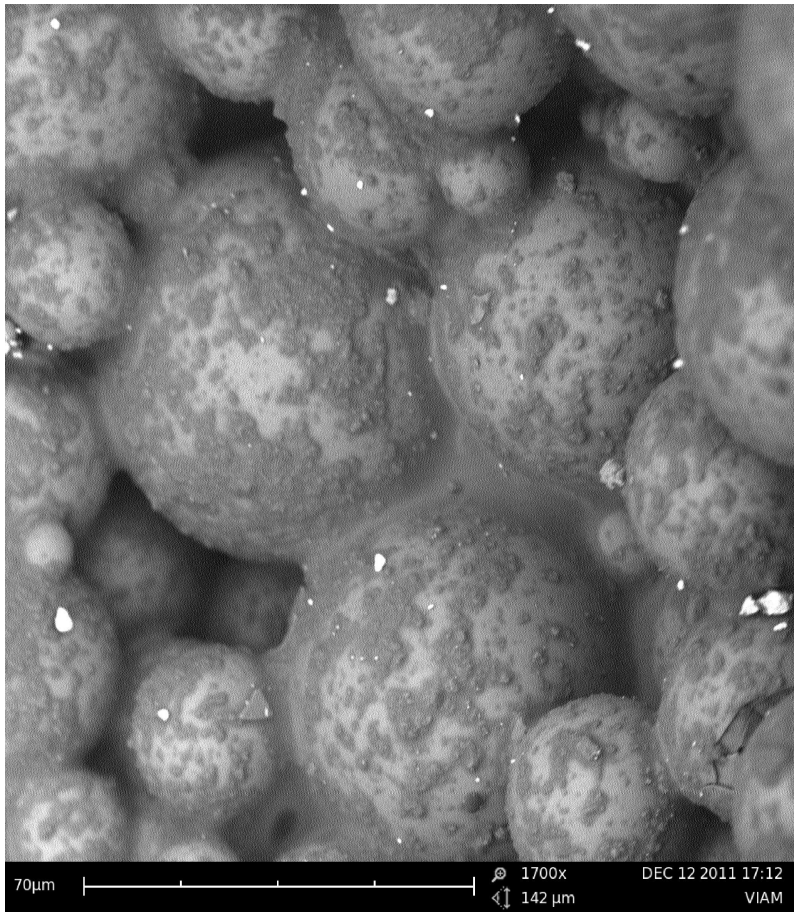




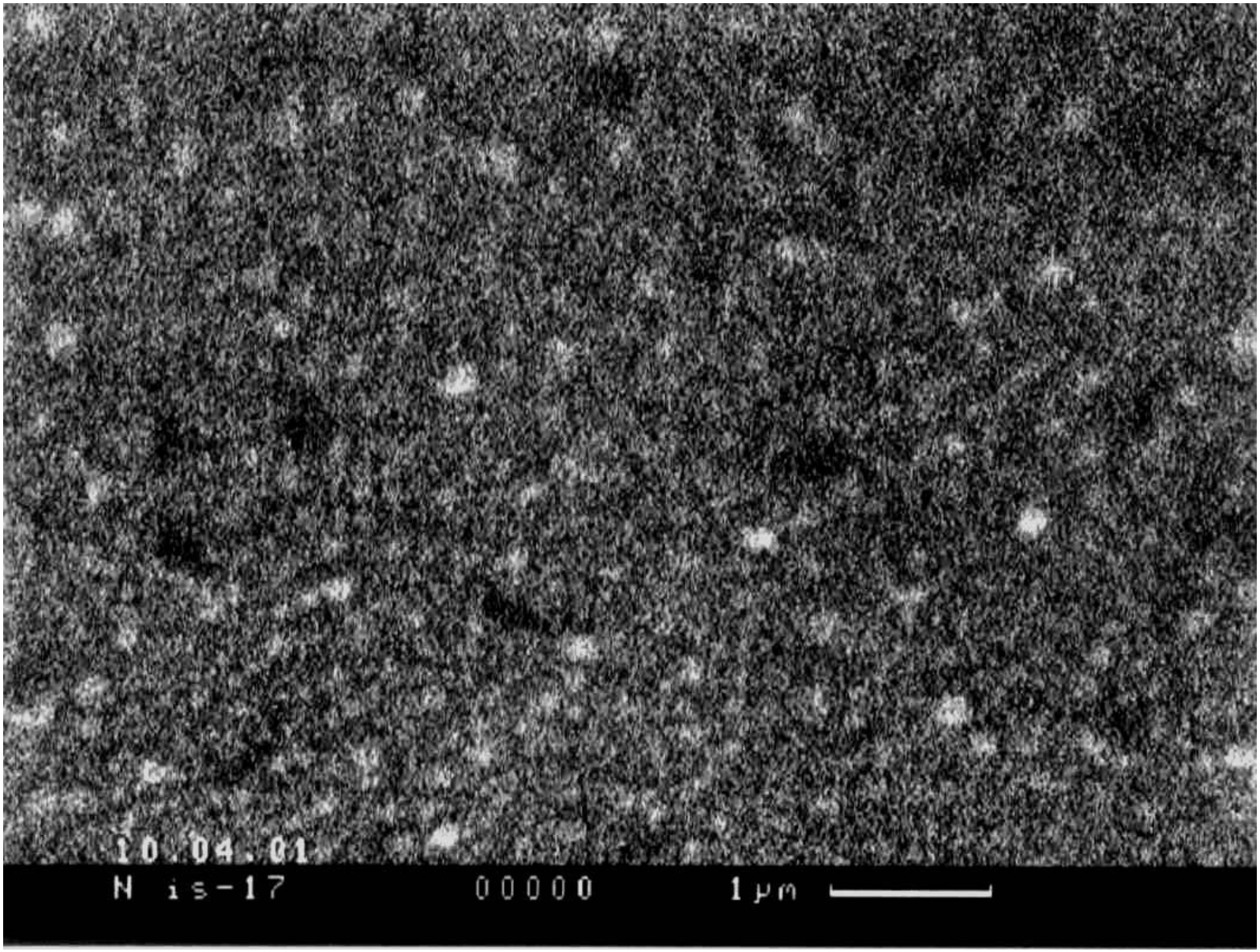
Область сканирования 5x5 мкм

Сферопластики

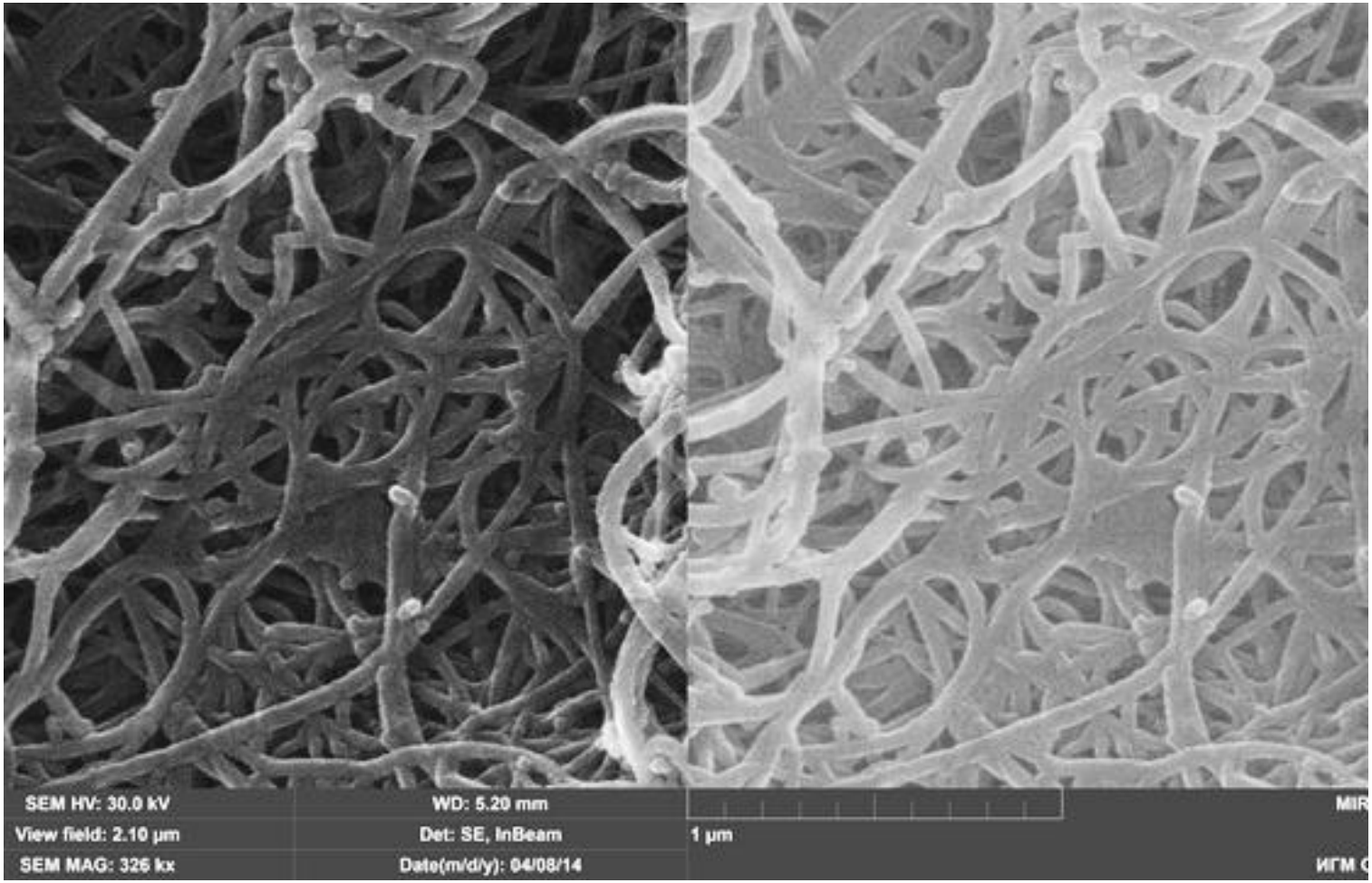




Фуллерены



Углеродные нанотрубки



Спасибо за внимание