

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

# **Композиционные материалы на наноуровне**



**Москва - 2017**

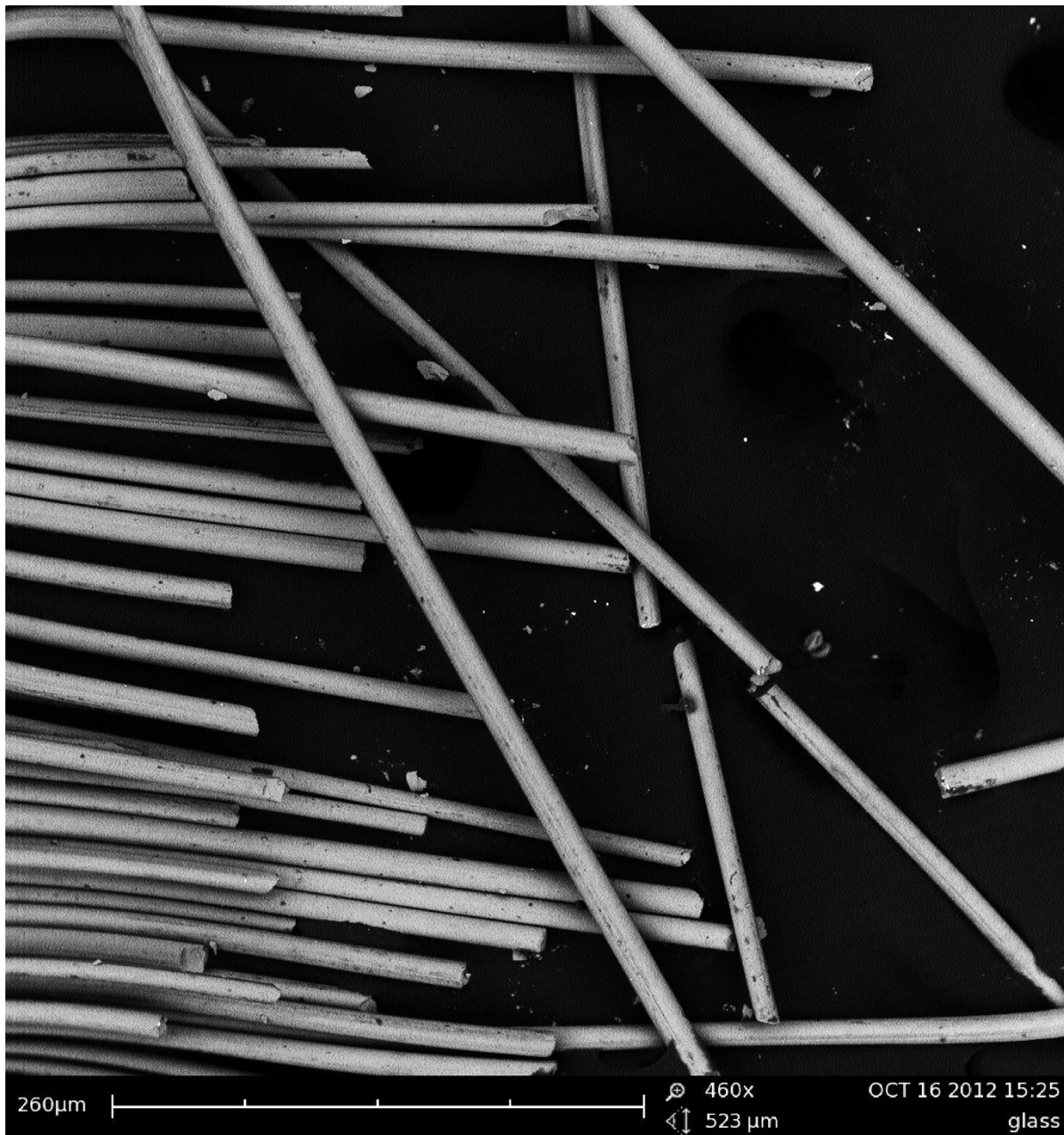
# Существующие методы изучения КМ

## Основные методы анализа состояния поверхностного слоя:

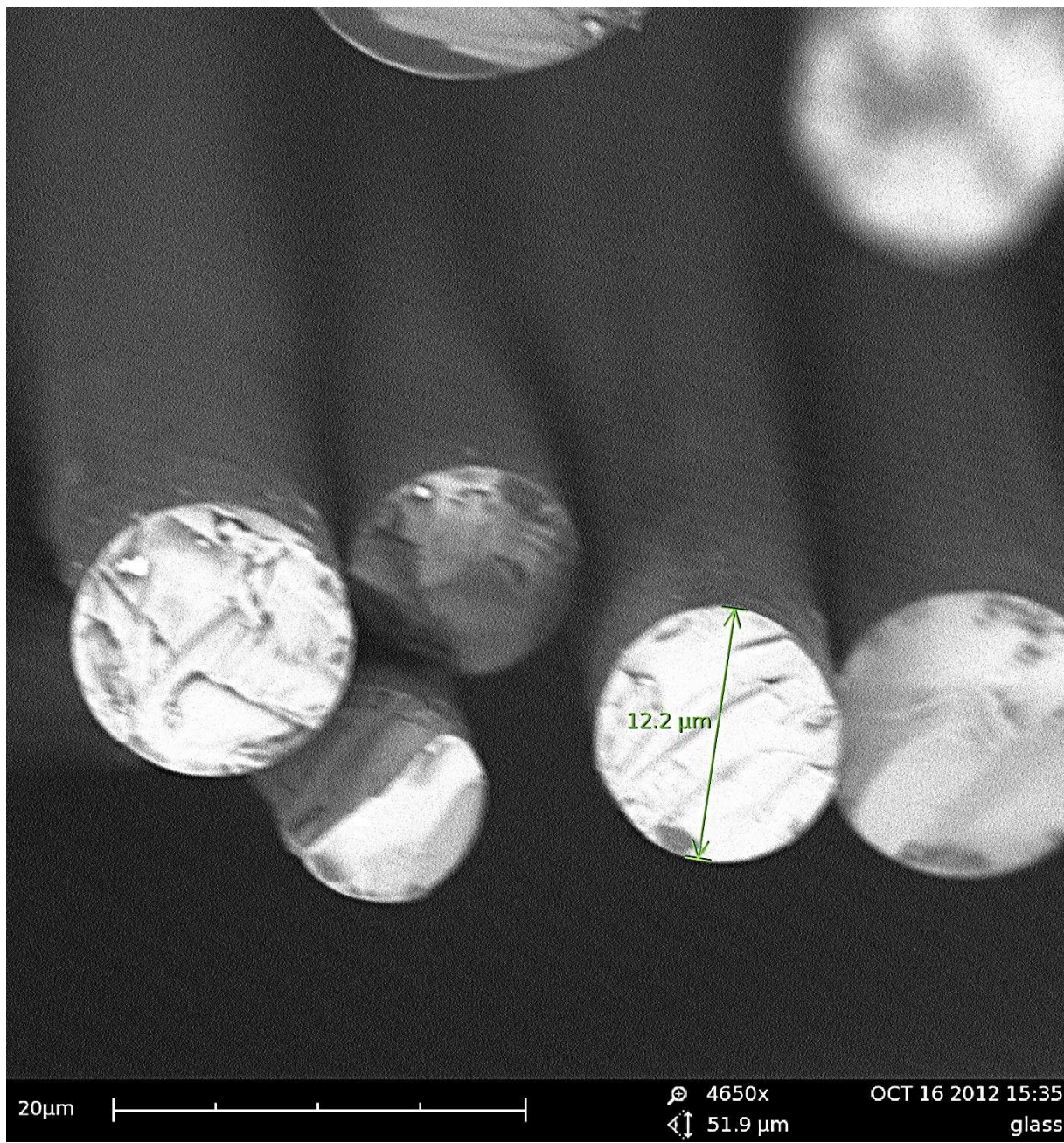
- Оптическая микроскопия
- Конфокальная оптическая микроскопия
- Растровая электронная микроскопия
- Сканирующая туннельная микроскопия
- Атомно-силовая микроскопия

	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 освоения 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

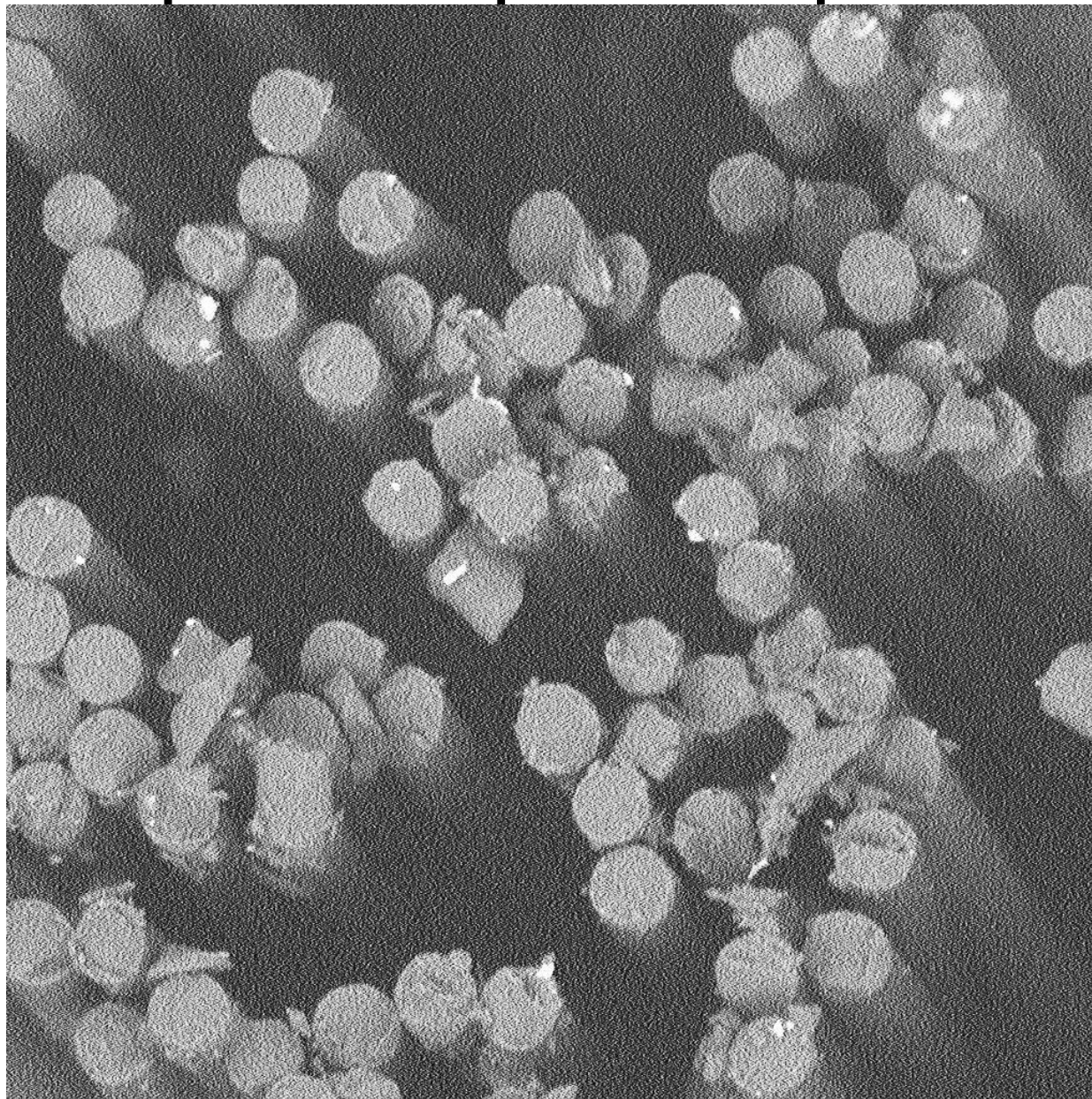
# Растровая электронная микроскопия



# Растровая электронная микроскопия



# Растровая электронная микроскопия



40µm



2780x

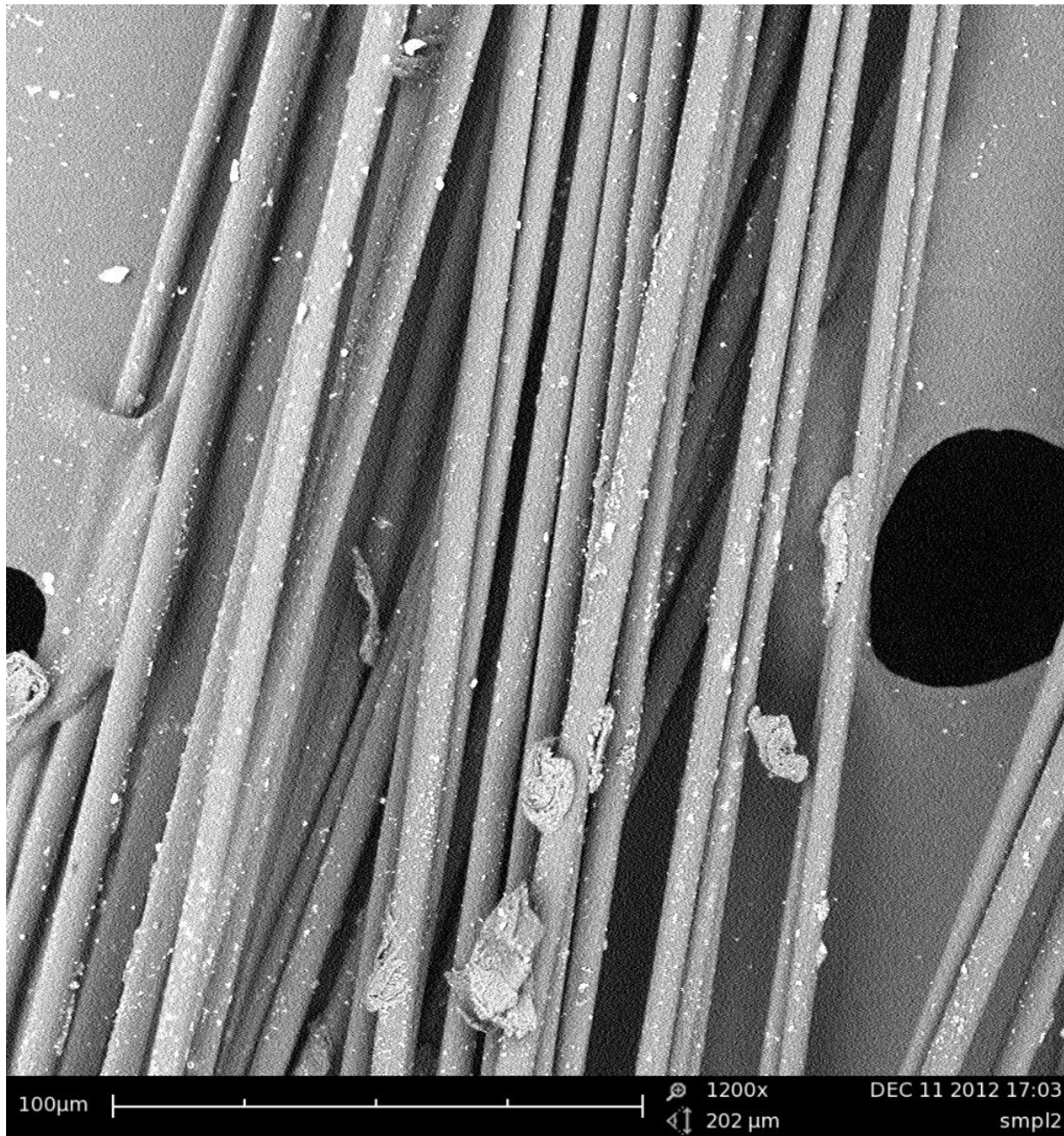
NOV 27 2012 16:42

86.5 µm

# Растровая электронная микроскопия



# Растровая электронная микроскопия



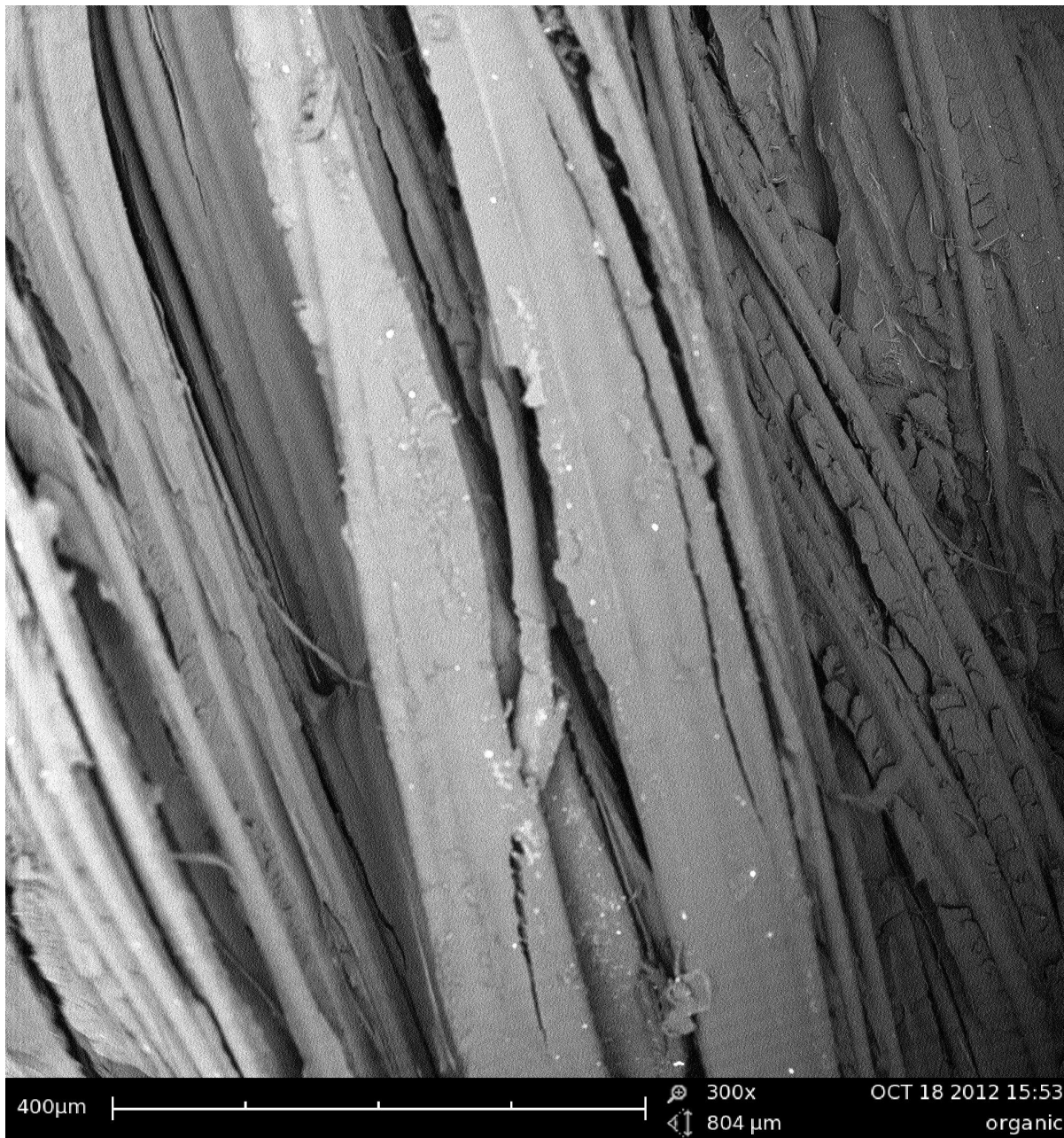




# Растровая электронная микроскопия







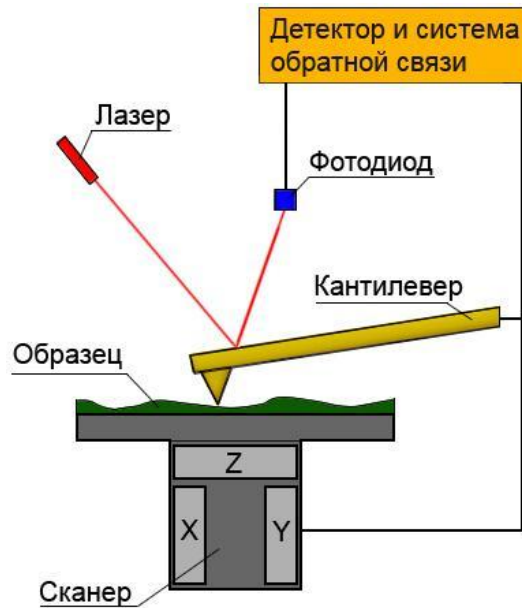
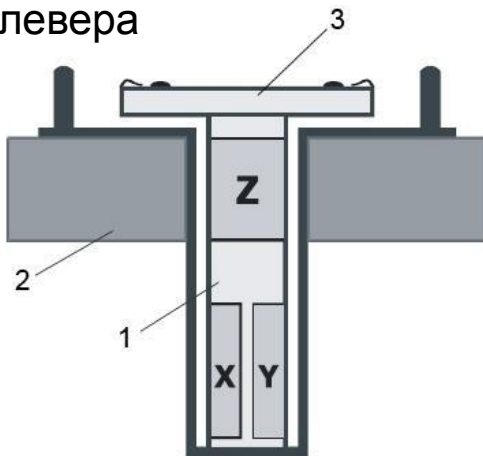
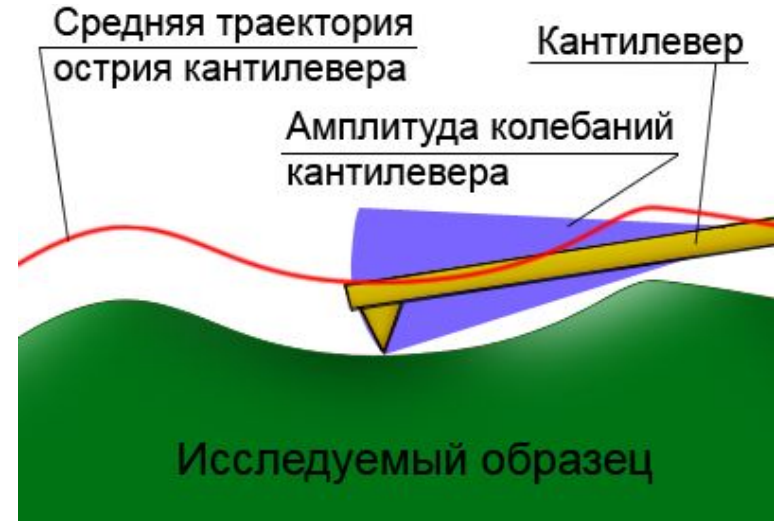


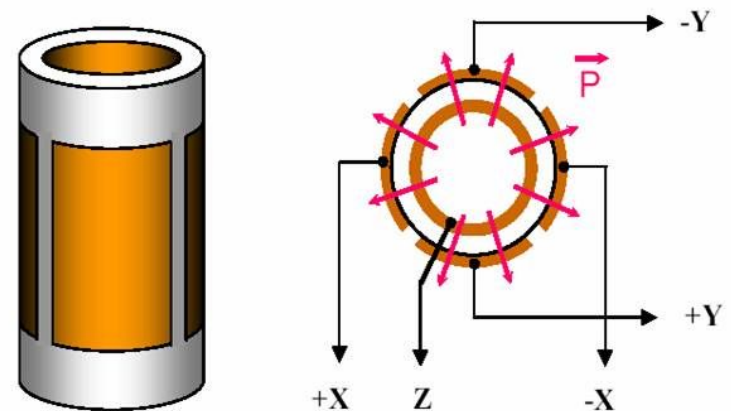
Схема регистрации изгибов кантилевера



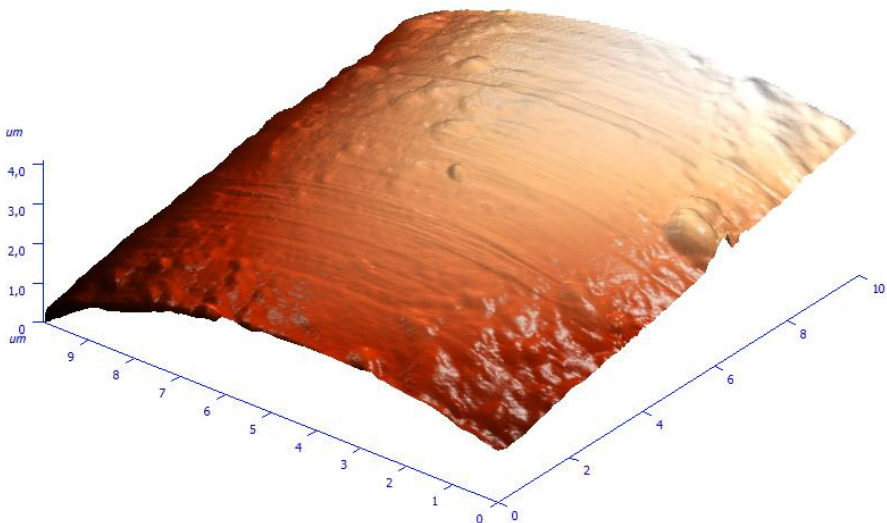
Устройство пьезосканера: 1) керамическая пьезотрубка; 2) каретка; 3) предметный столик



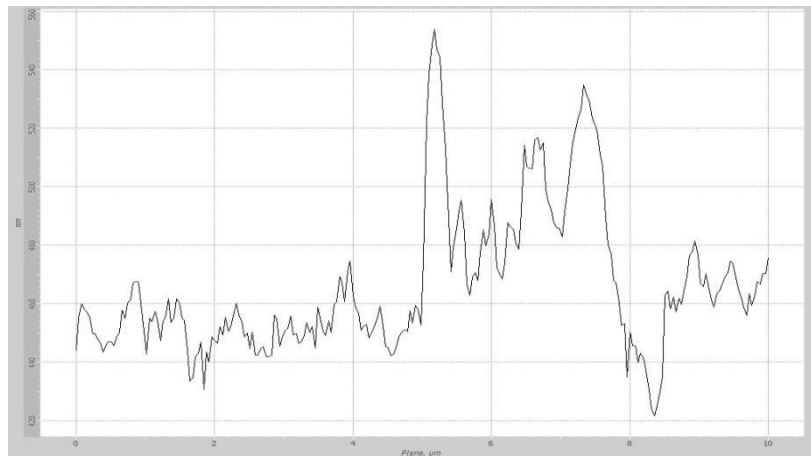
Полуконтактный метод сканирования



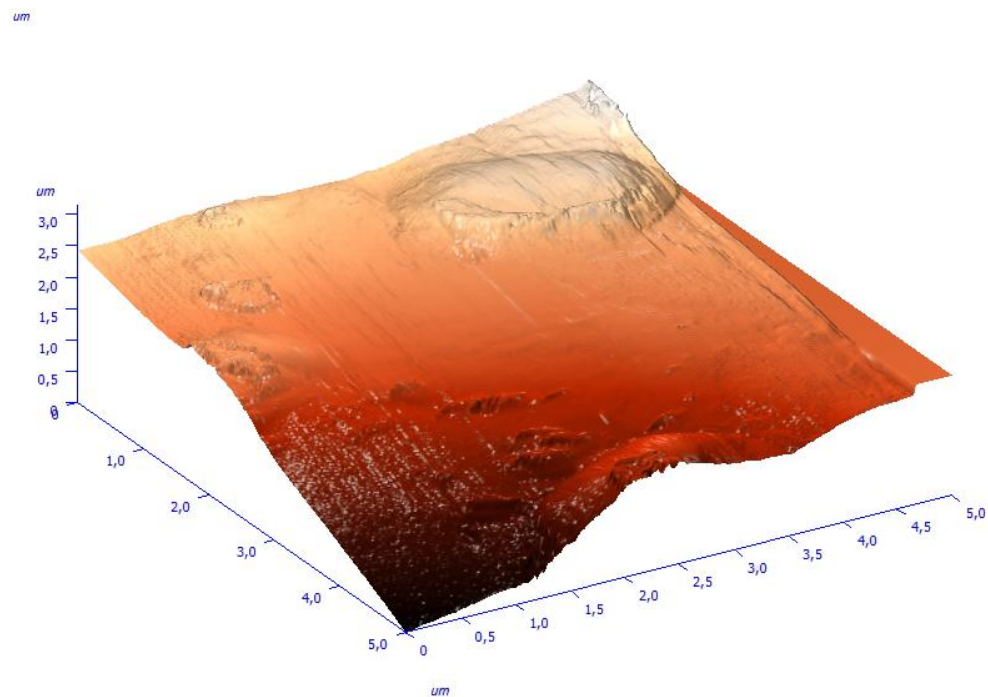
Трубчатый пьезосканер



Область сканирования 10x10  
МКМ

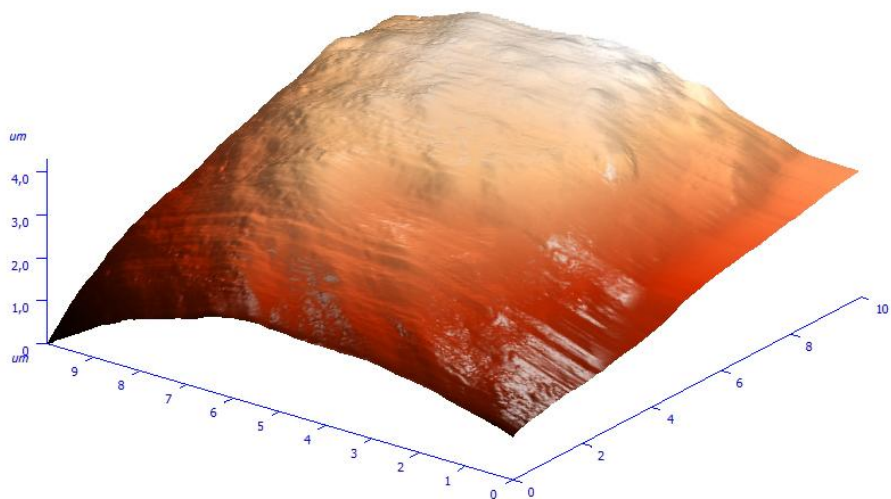


Стеклоное волокно  
Ortex

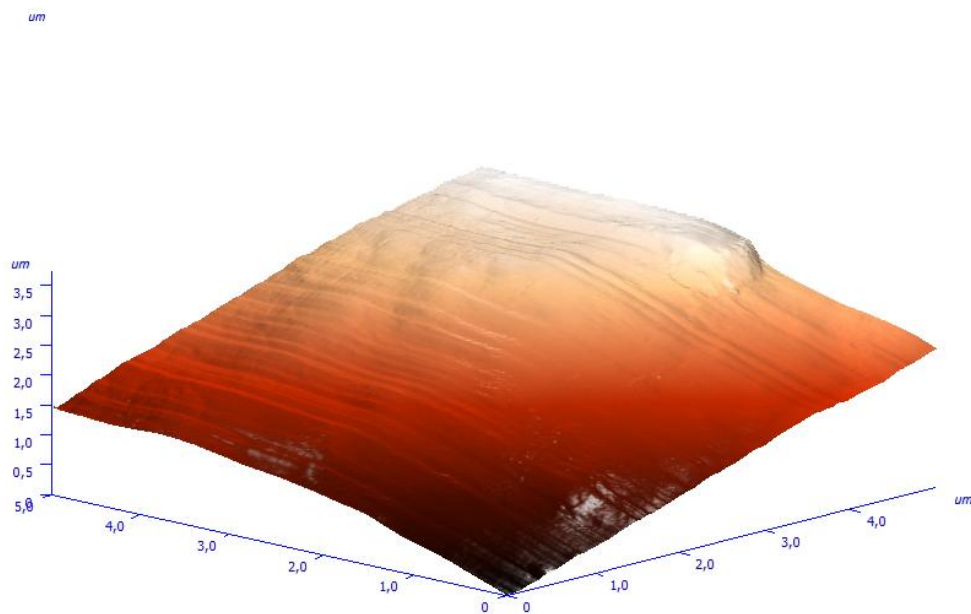
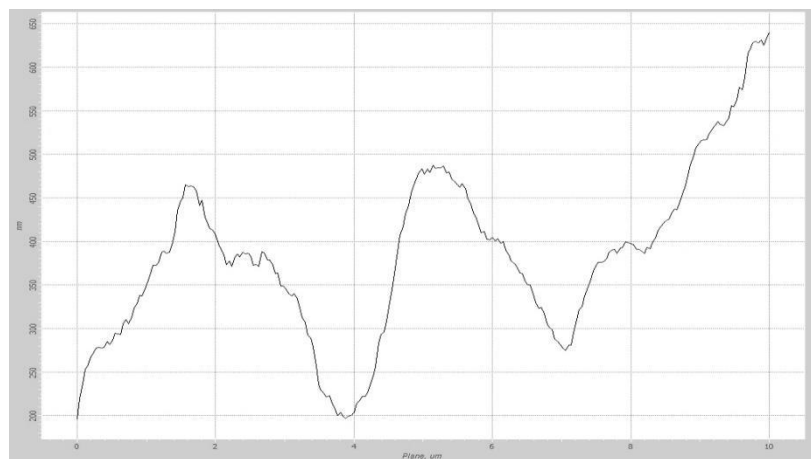


Область сканирования 5x5  
МКМ

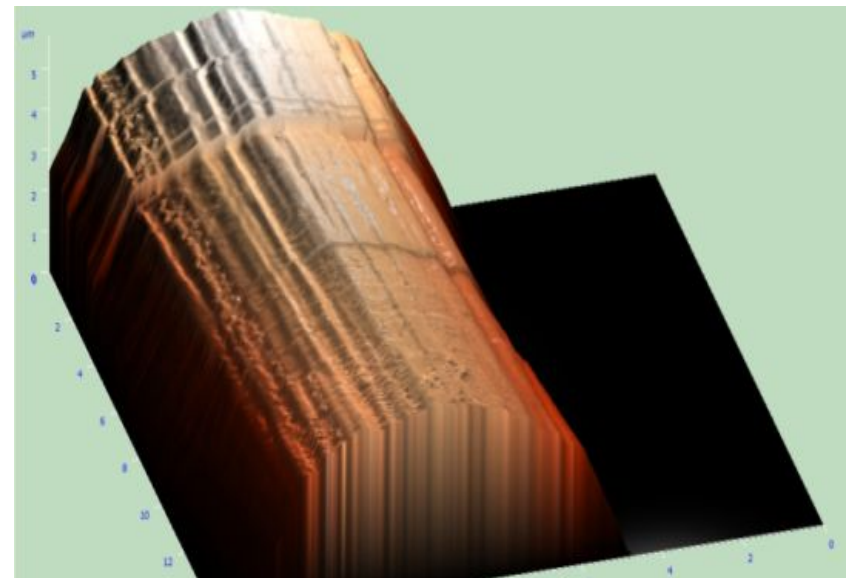
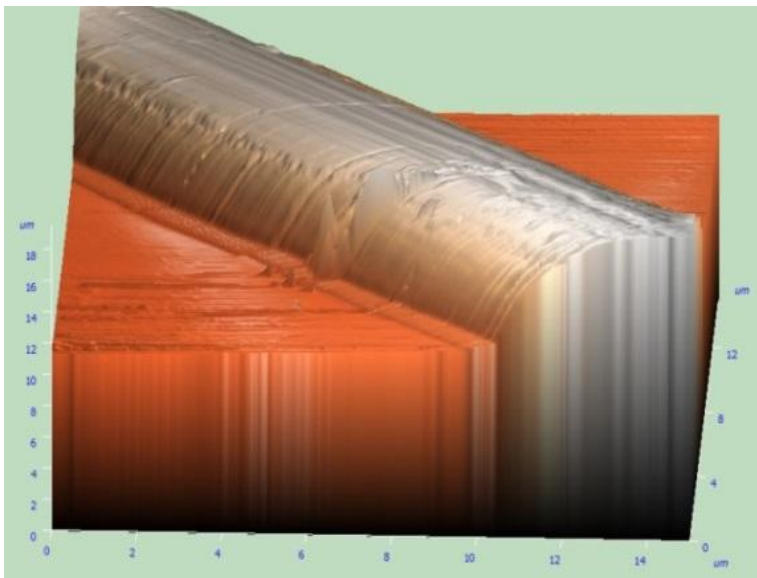
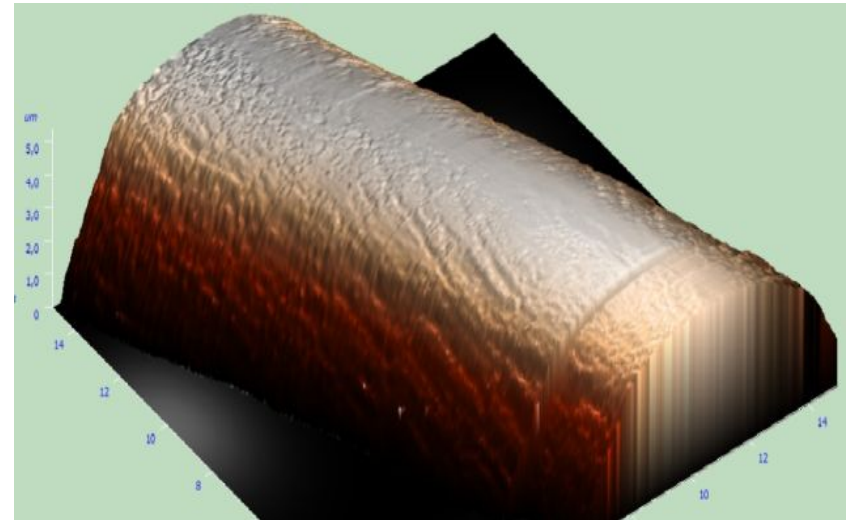
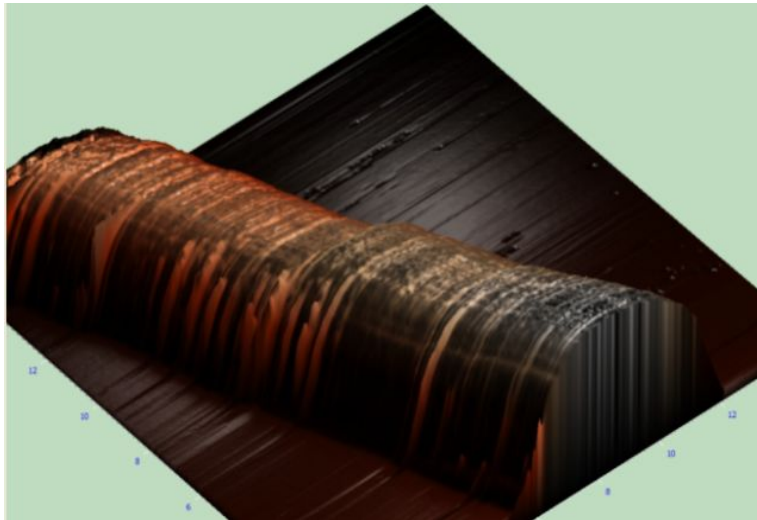
## Стекло́нное воло́кно РТ300-100

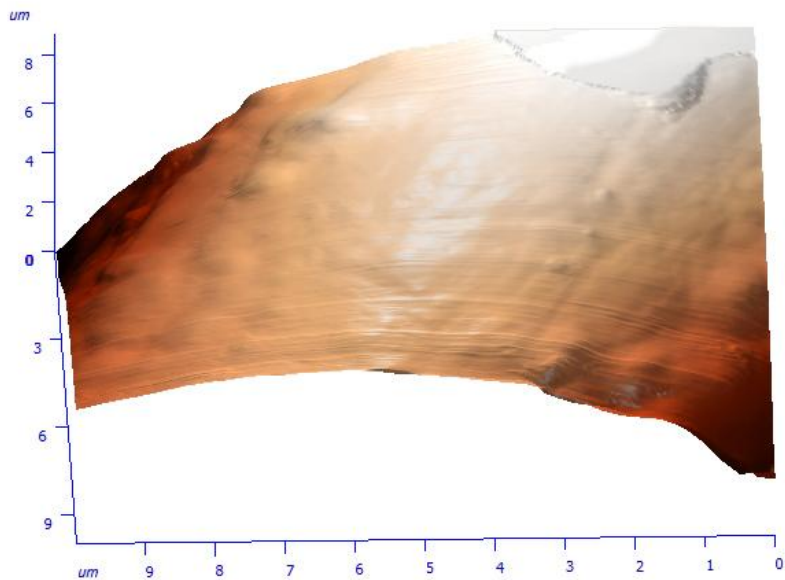


Область сканирования 10x10  
МКМ

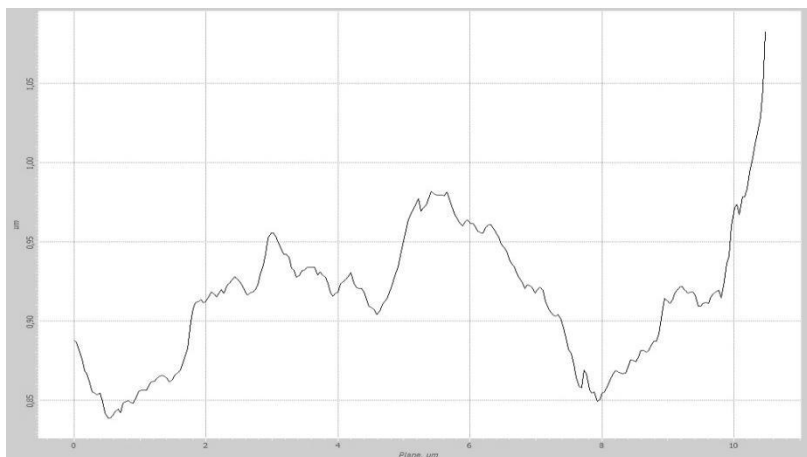


Область сканирования 5x5  
МКМ

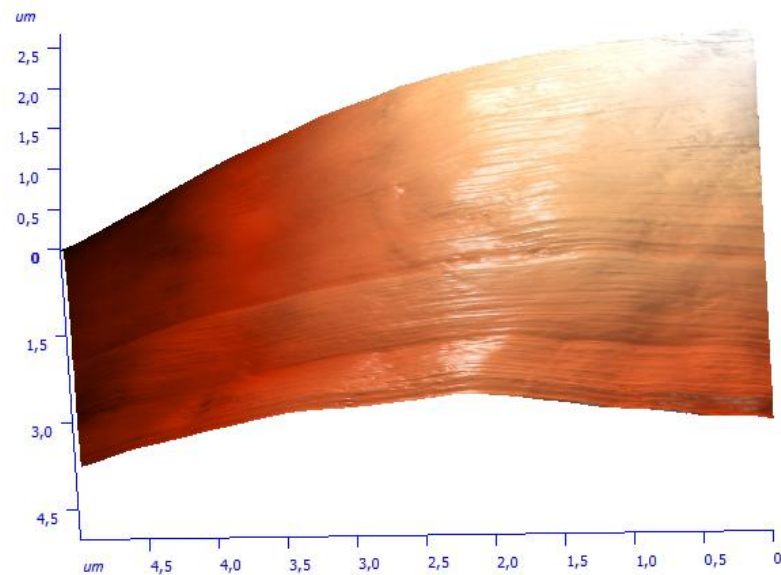




Область сканирования 10x10  
МКМ



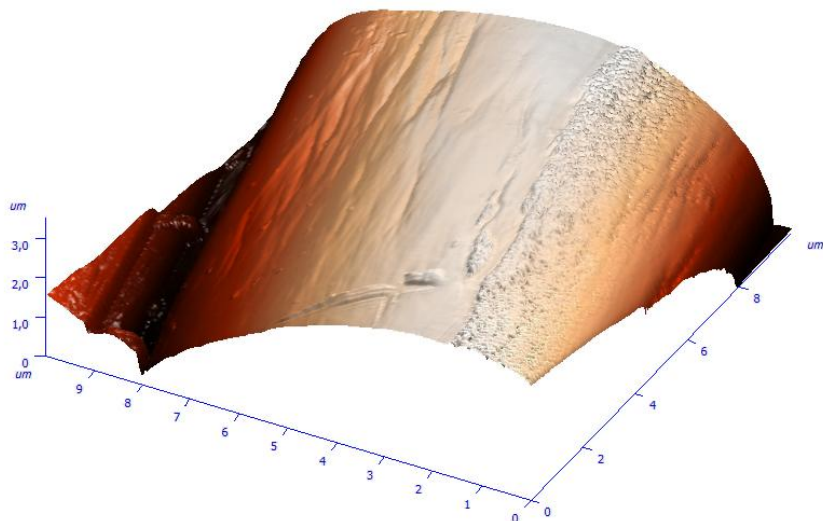
Органическое волокно  
СВМ-7,5



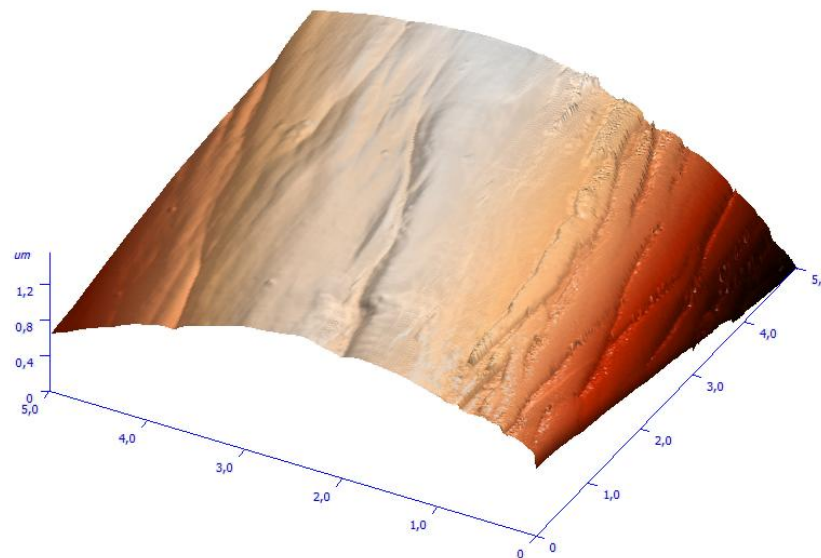
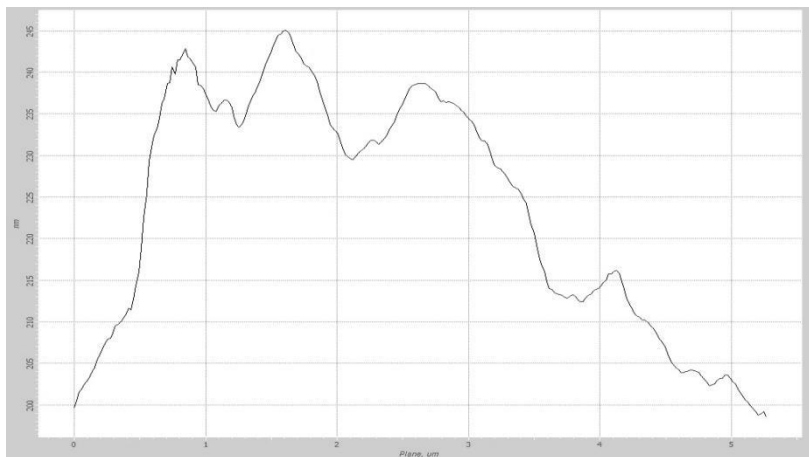
Область сканирования 5x5  
МКМ



## Органическое волокно Русар-5

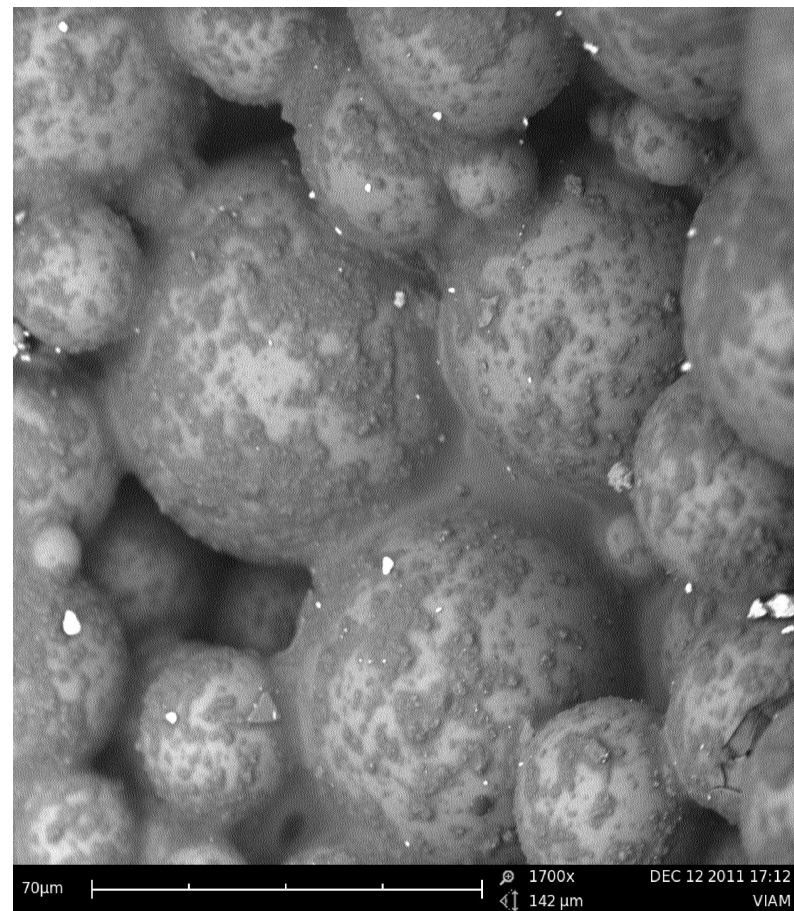
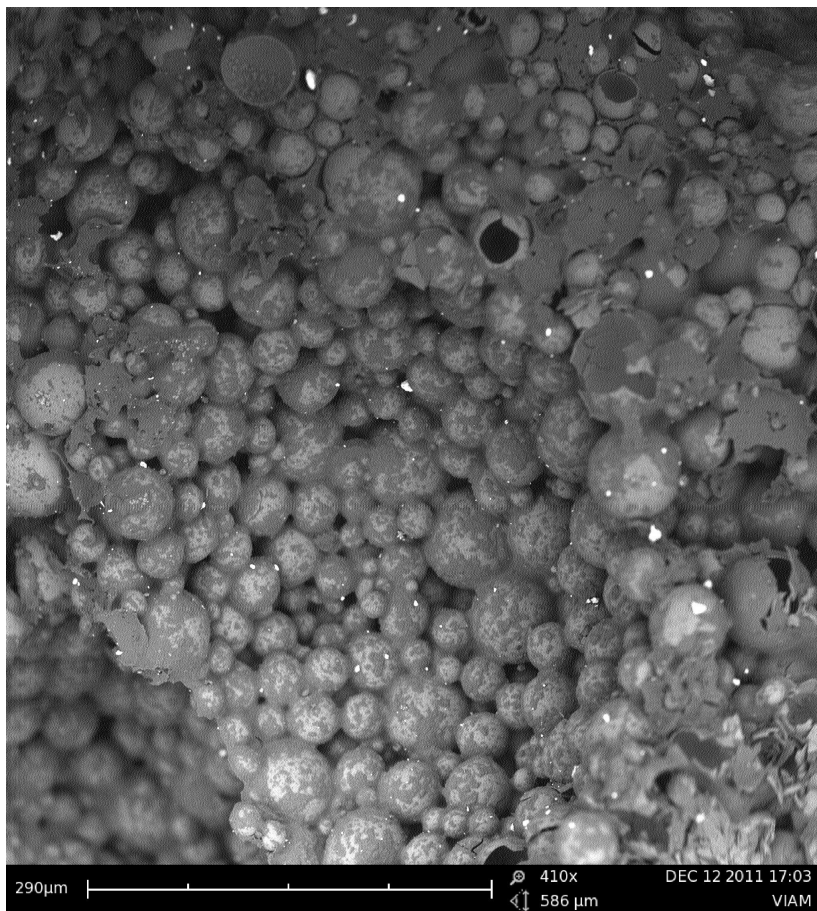


Область сканирования 10x10  
МКМ

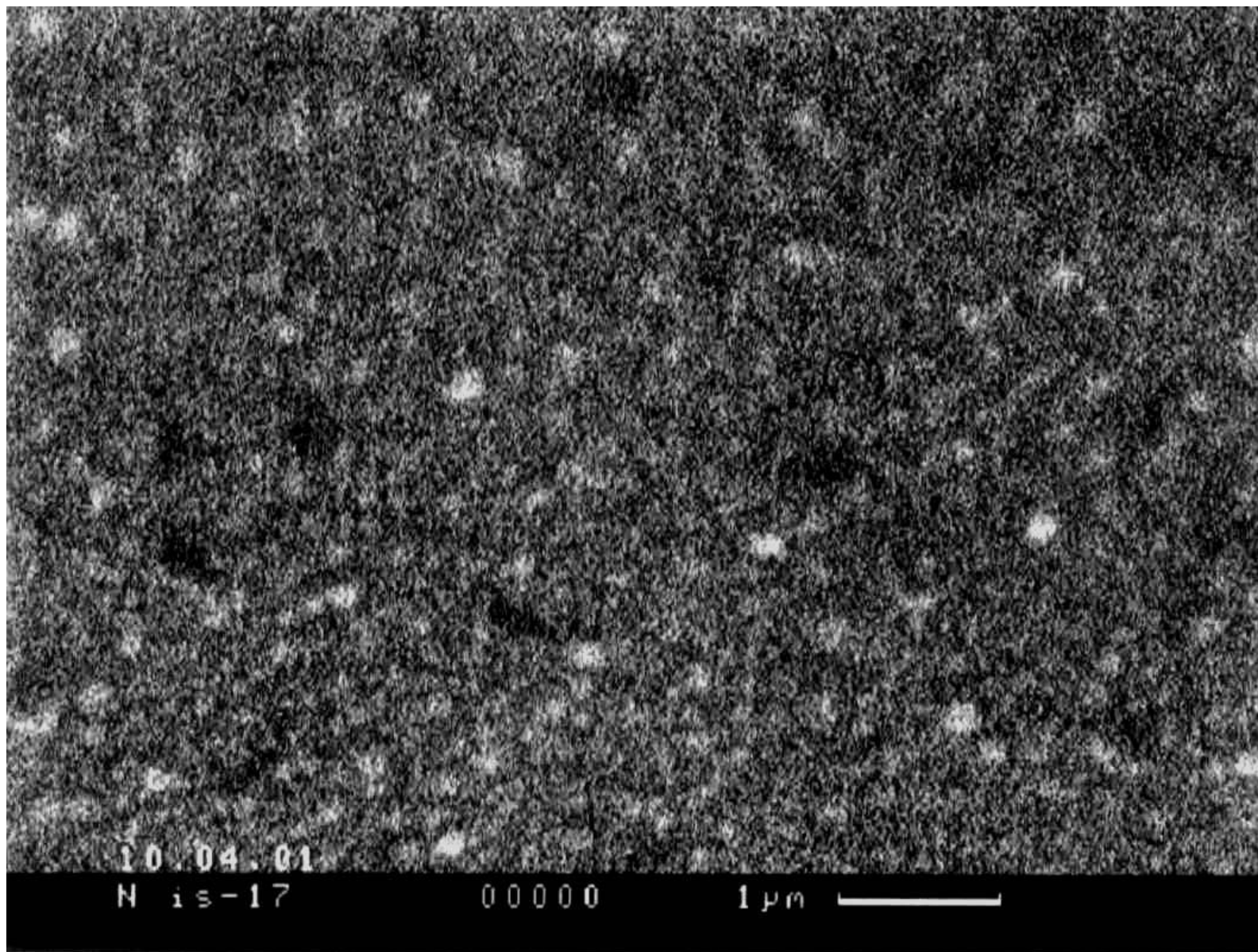


Область сканирования 5x5  
МКМ

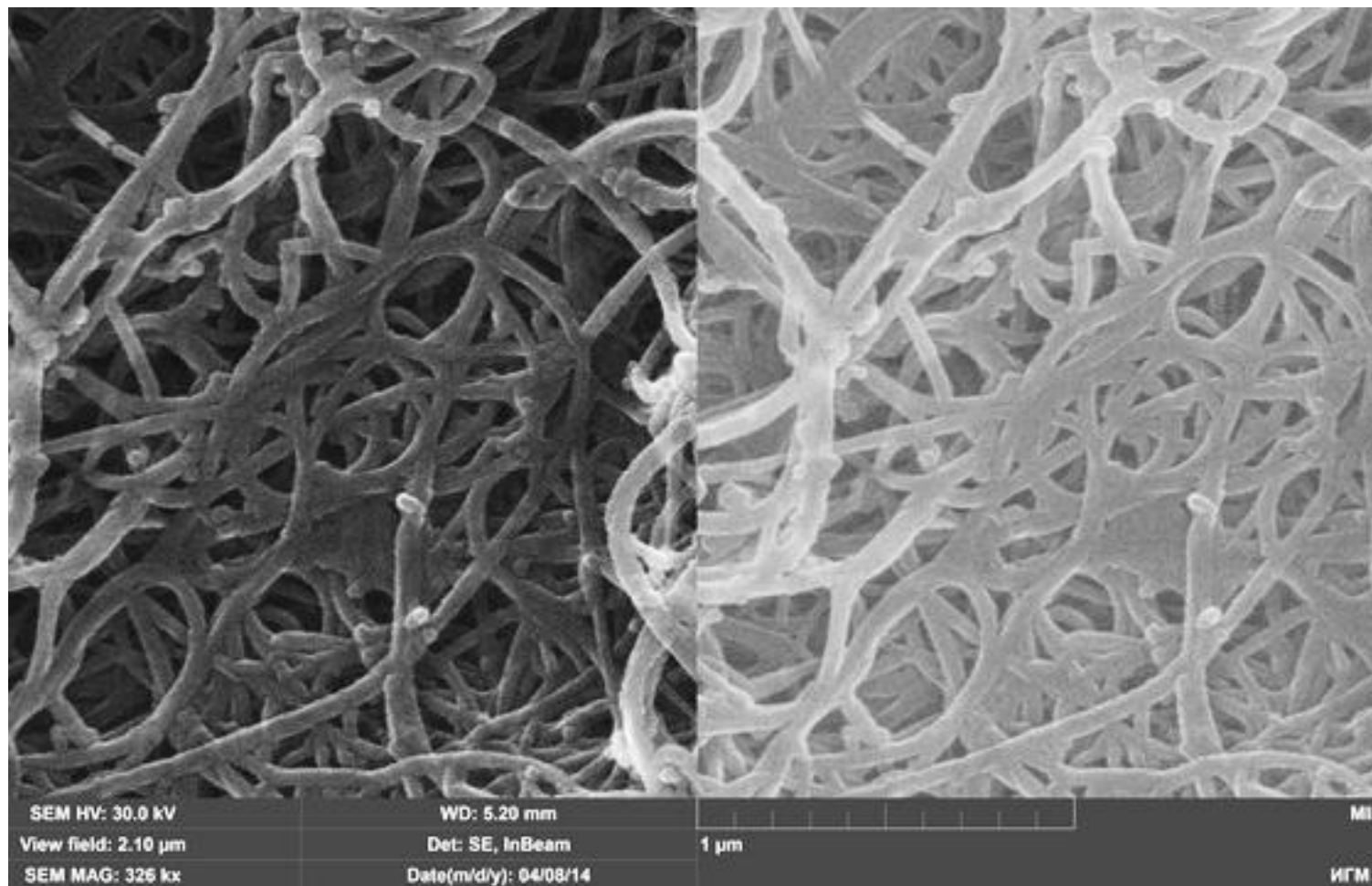
# Сферопластики



# Фуллерены



# Углеродные нанотрубки



**Спасибо за внимание**