

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Мерзук Барара

213м группа

Научный руководитель:

зав. лаб., к.ф.-м.н

Шемухин А.А.

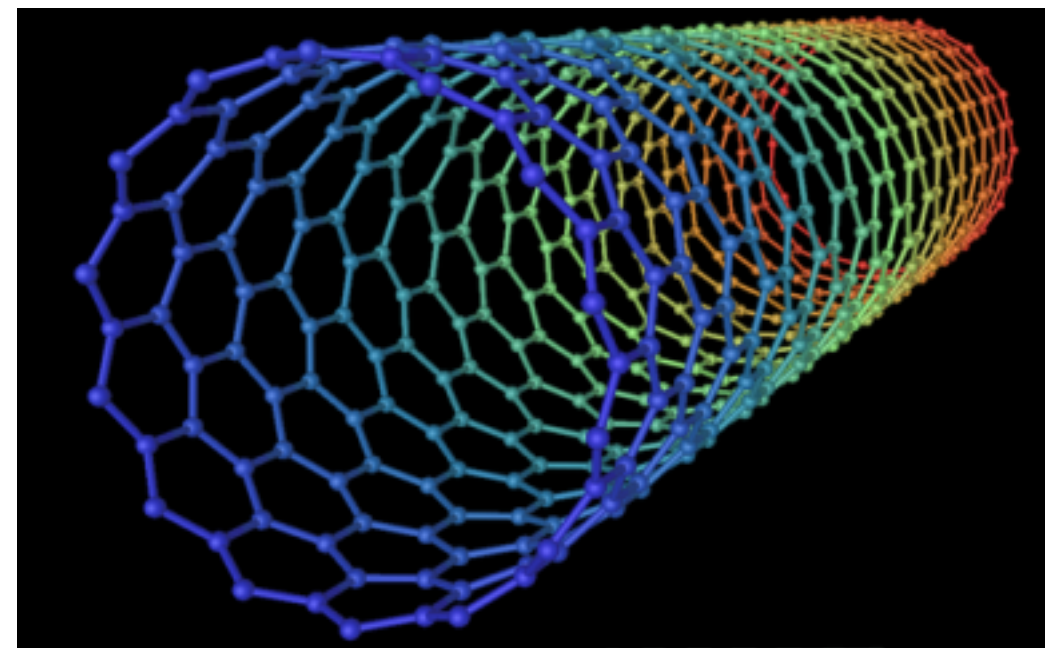
Москва, 5 июня 2020

План доклада

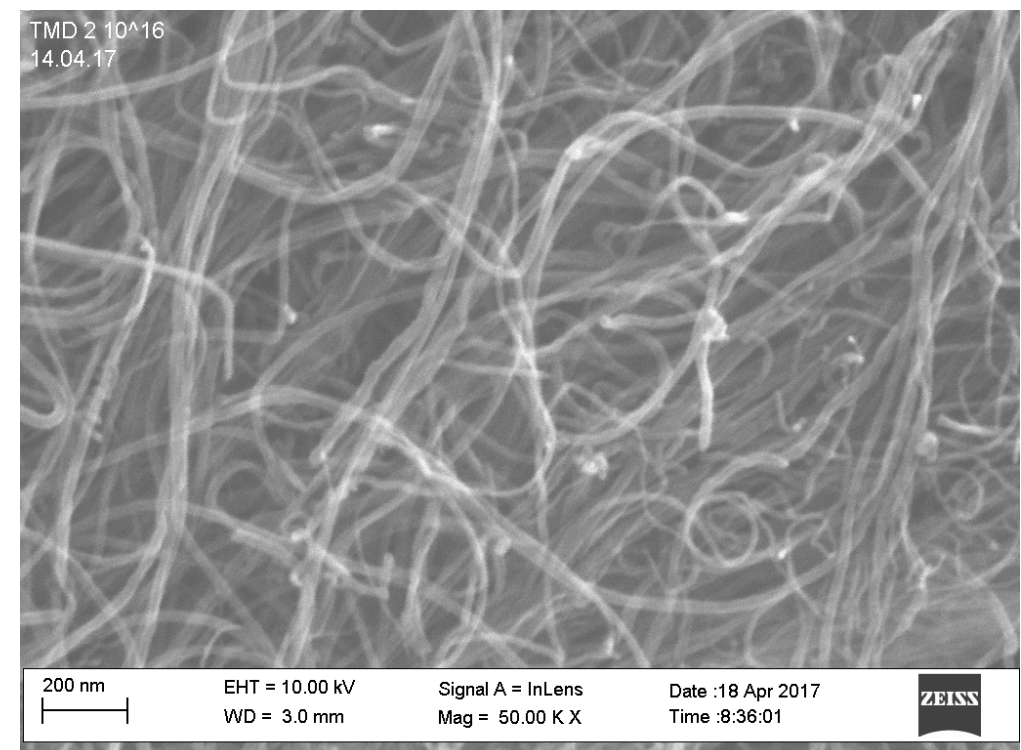
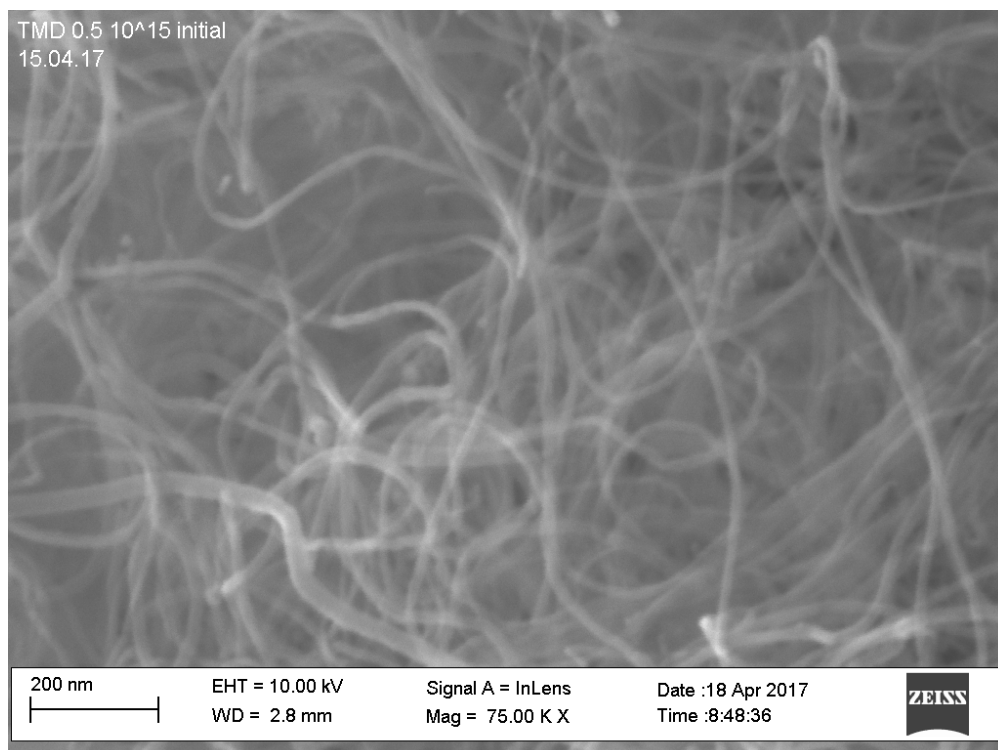
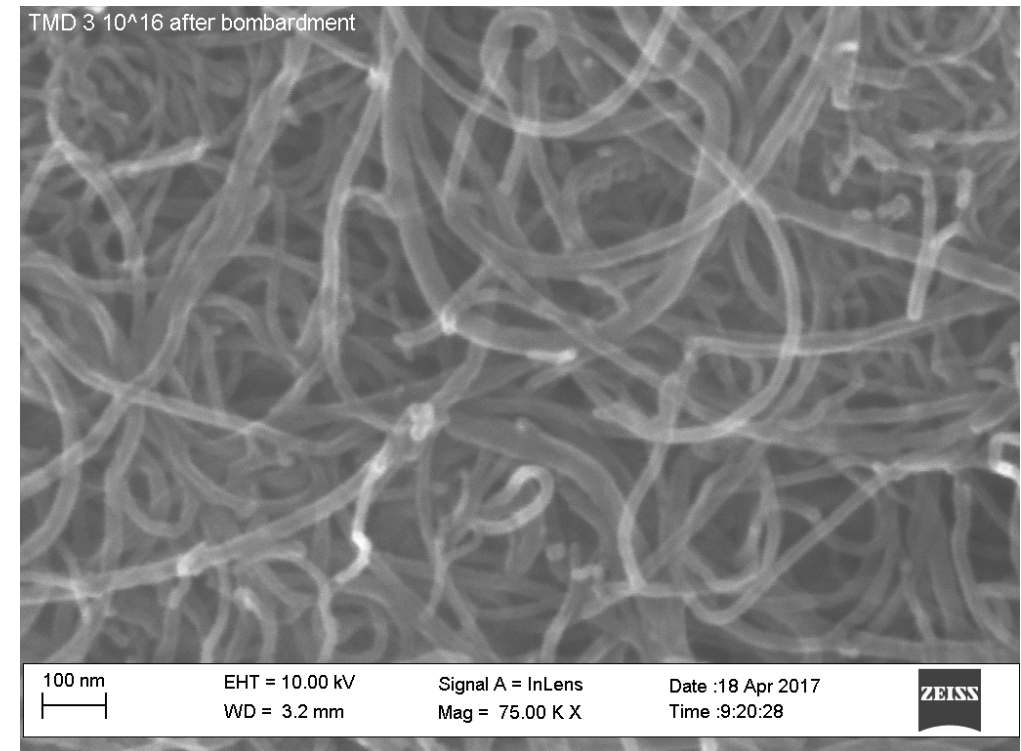
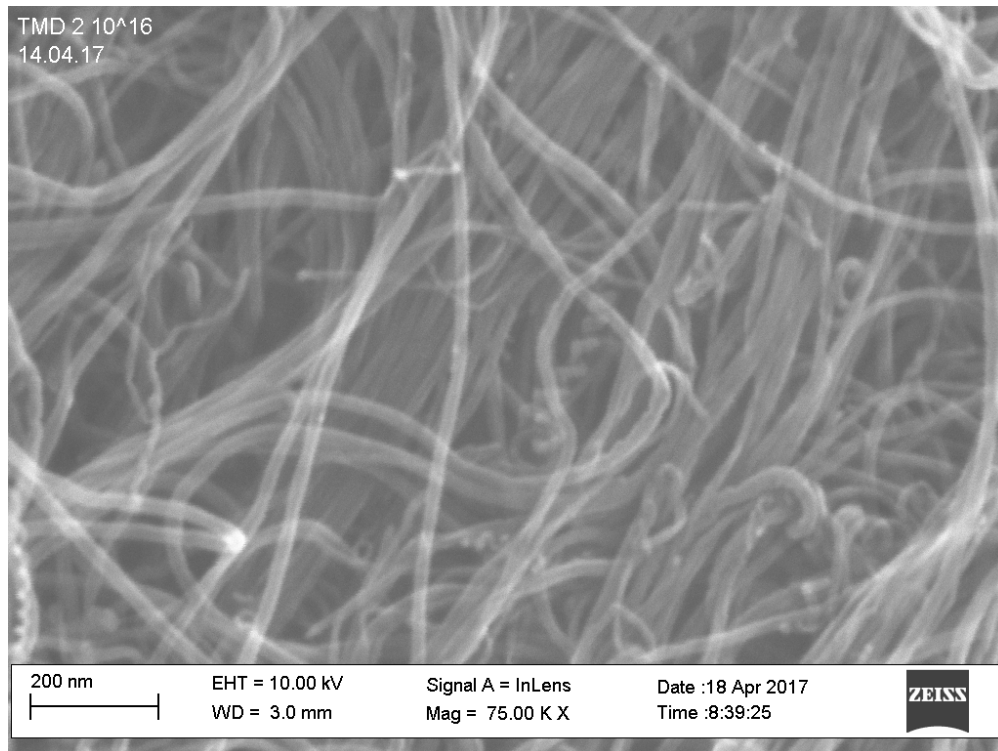
- Актуальность
- История открытия и развитие
- Реальный вид УНТ
- Схема эксперимента
- Эксперименты
- Результаты и обсуждение
- Заключение

История открытия и актуальность

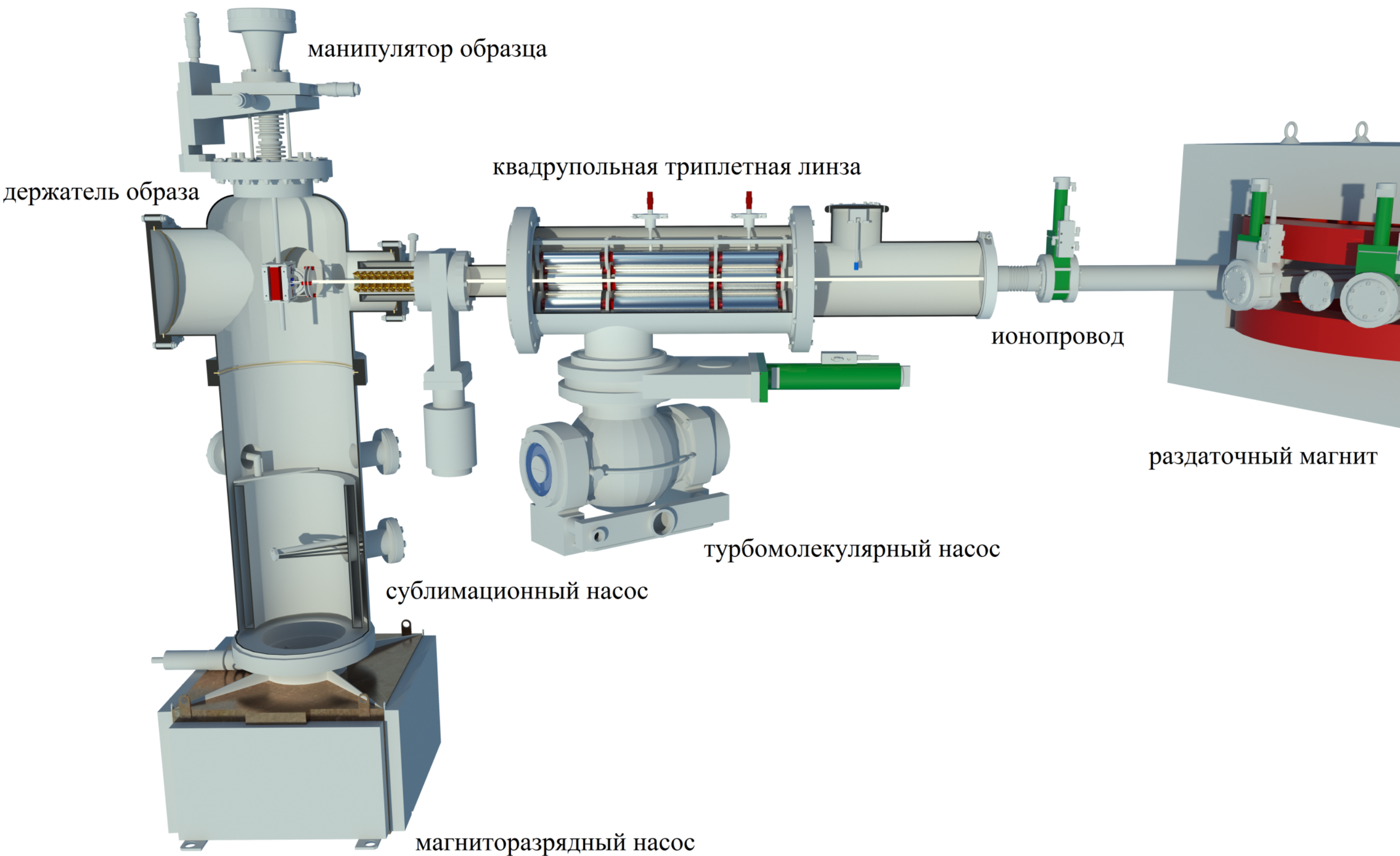
Углеродные нанотрубки (УНТ) — это одна из аллотропных модификаций углерода, они представляют собой цилиндрические структуры диаметром от нескольких десятых до нескольких десятков нанометров и длиной от одного микрометра до нескольких сантиметров (также их можно сплести в нити неограниченной длины). Они были открыты в конце XX века и с тех пор их физические и химические свойства вызывают очень большой интерес. На данный момент крайне мало данных об облучении нанотрубок, поэтому главной задачей являлась проверка влияния облучения на структуру нанотрубок. Для дальнейшей проверки влияния облучения на смачиваемость и проводимость.



Реальный вид нанотрубок



Общий вид экспериментального тракта



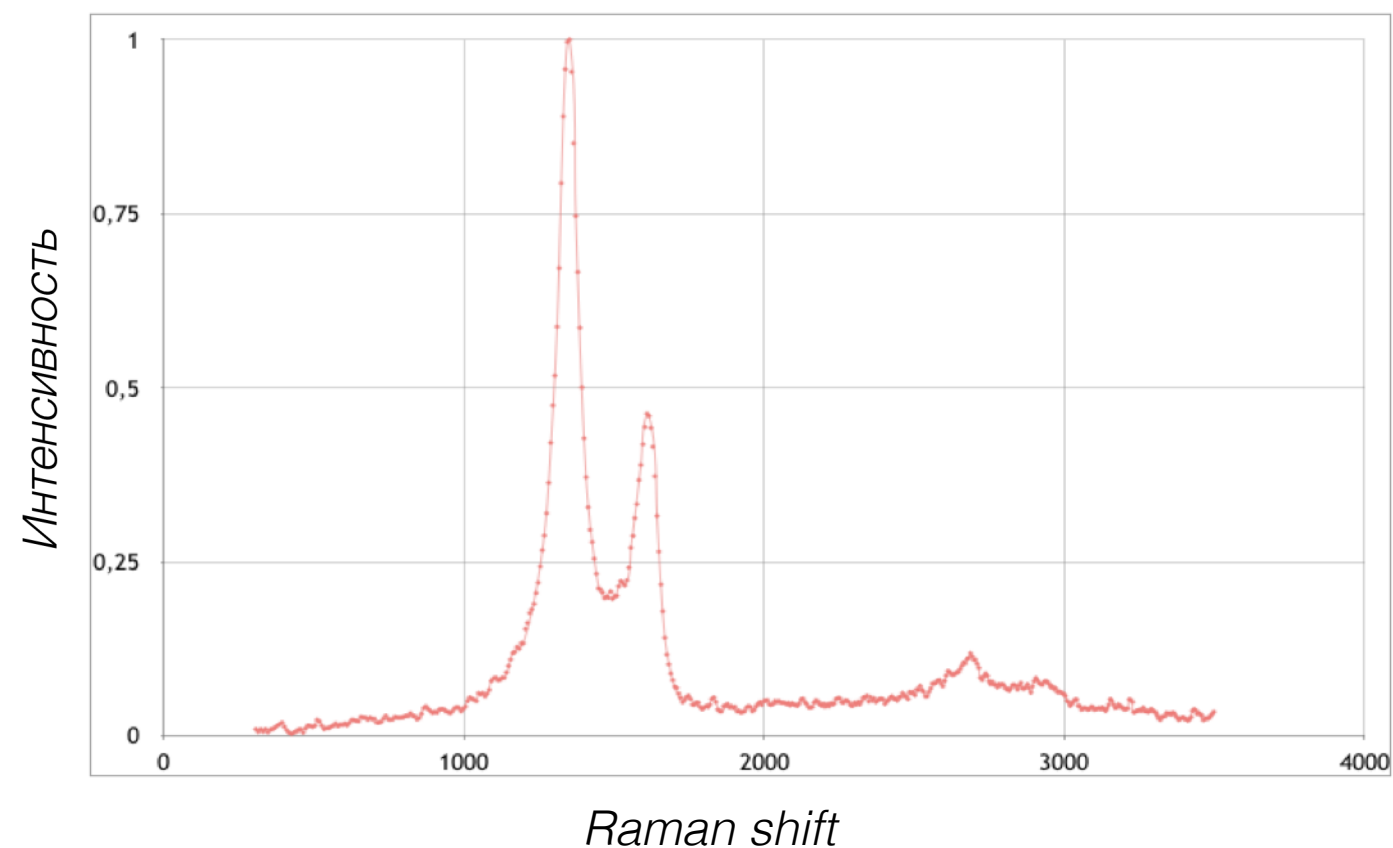
Параметры эксперимента

- Образцы Таунит-МД представляют собой неориентированные МУНТ с диаметром $d \approx 17-23$ нм. Образцы имели размеры 10×2 мм в форме цилиндров с массой $m \approx (60 \pm 2)$ мг.
- Ионное облучение проводилось под углом 7° к нормали к поверхности образца ионами Ar^+ с энергией 120 кэВ шестью флюенсами в одном эксперименте $5 \cdot 10^{14}; 2,5 \cdot 10^{15}; 5 \cdot 10^{15}; 3 \cdot 10^{16}; 4 \cdot 10^{16}; 5 \cdot 10^{16}$ см⁻² и еще шестью во втором эксперименте: $2,5 \cdot 10^{15}; 5 \cdot 10^{15}; 2 \cdot 10^{16}; 2,5 \cdot 10^{16}; 3 \cdot 10^{16}; 4 \cdot 10^{16}$ см⁻² на ускорителе HVEE-500.
- Однородность облучения достигалась сканированием с большой частотой поверхности образца пучком в двух взаимно перпендикулярных направлениях

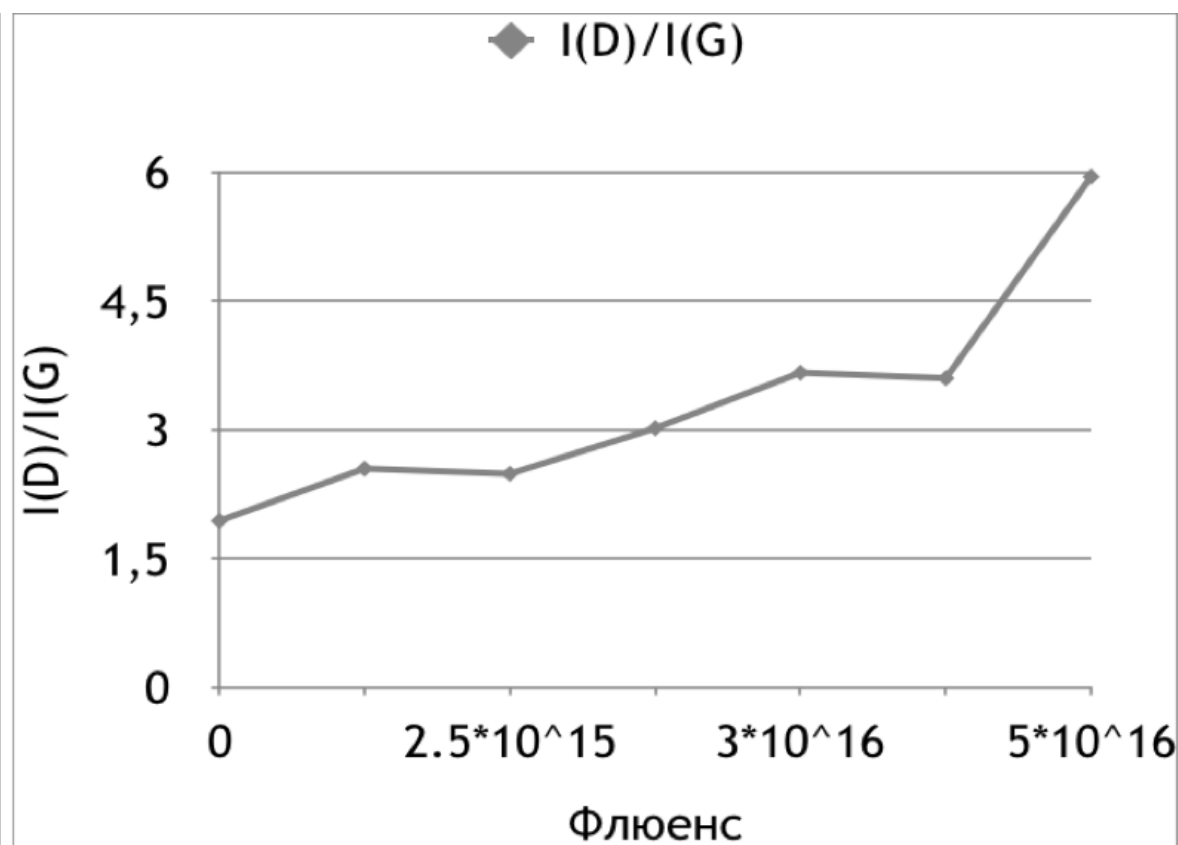
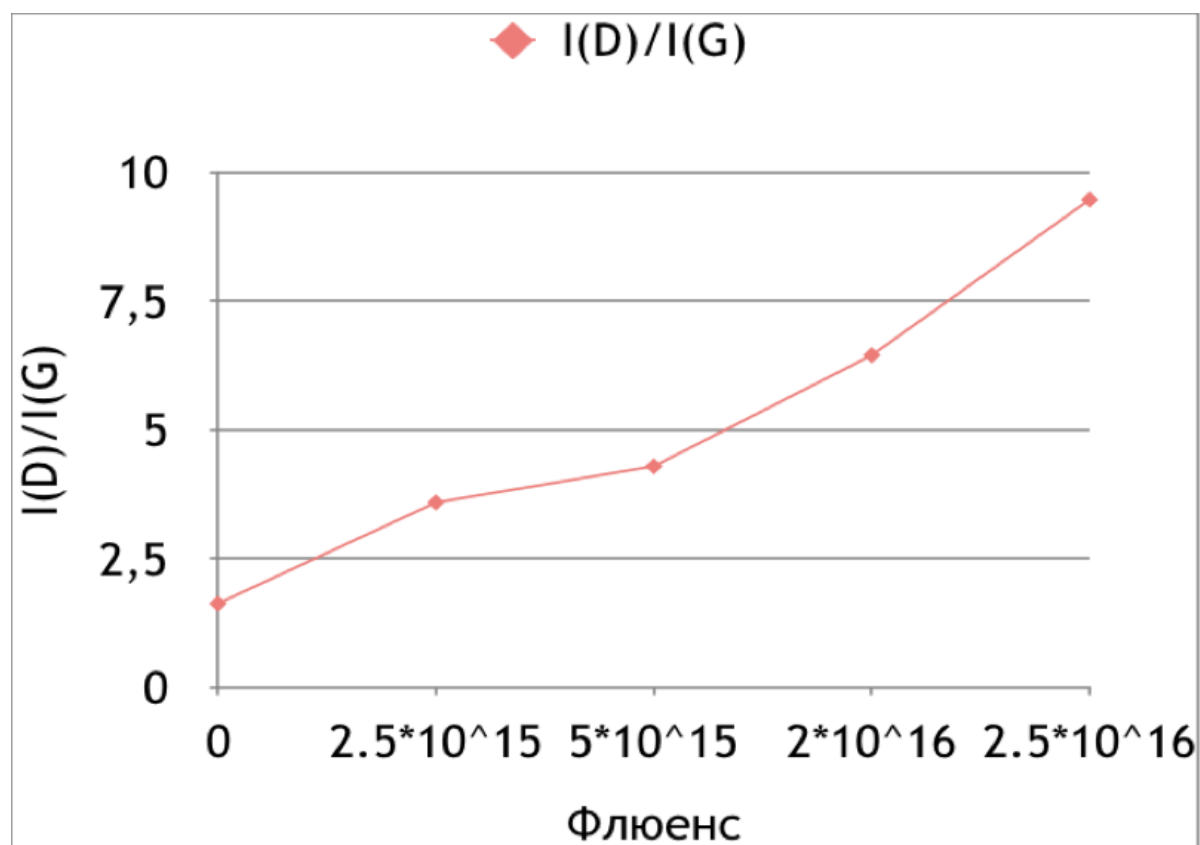
Изучение структуры УНТ до и после облучения

Качество углеродных нанотрубок принято исследовать с помощью комбинационного рассеяния света.

После облучения ионами Ar^+ были получены спектры следующего характера:

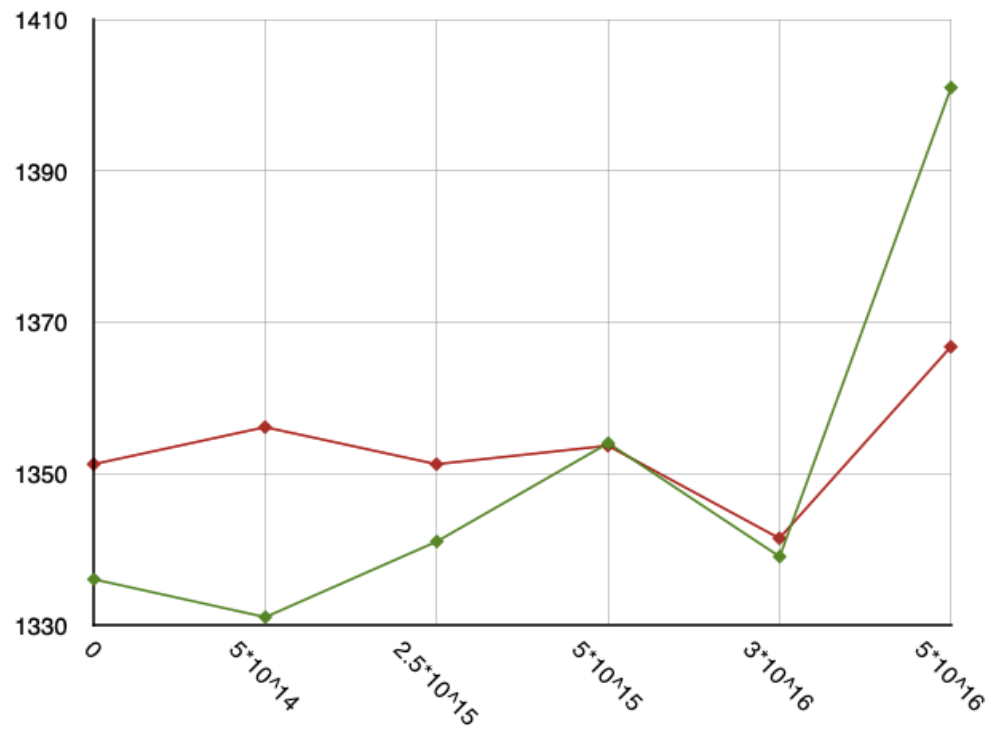


Зависимость отношения $I(D)/I(G)$ от флюенса

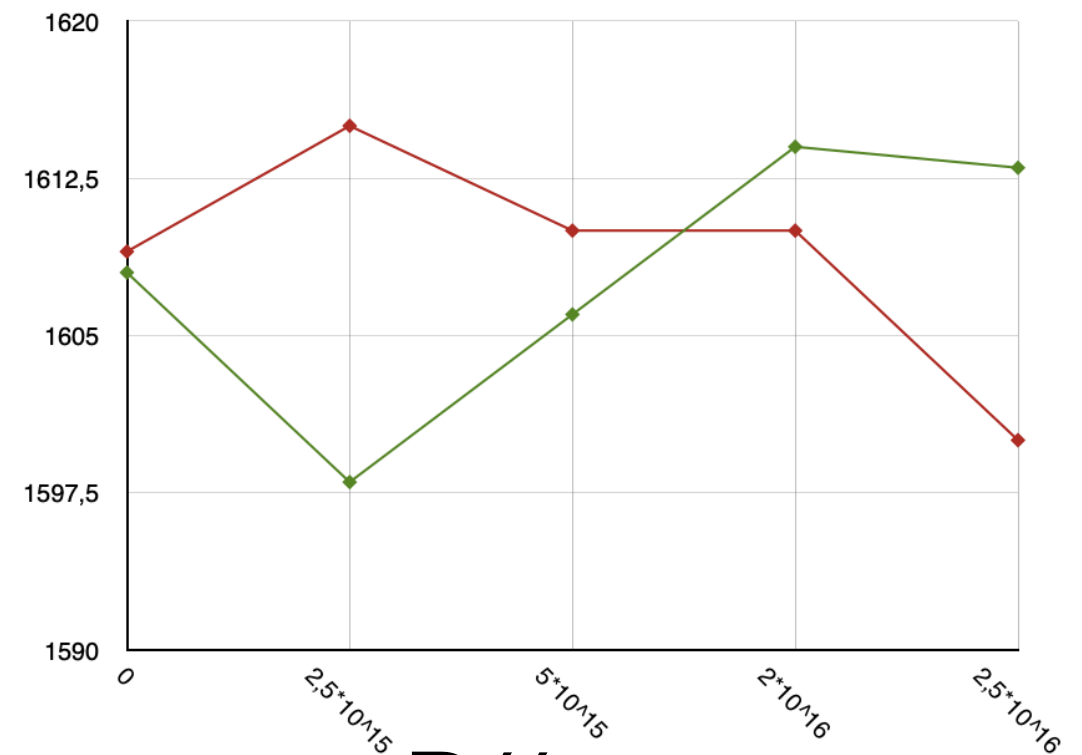


Исследование положения пиков в зависимости от флюенса

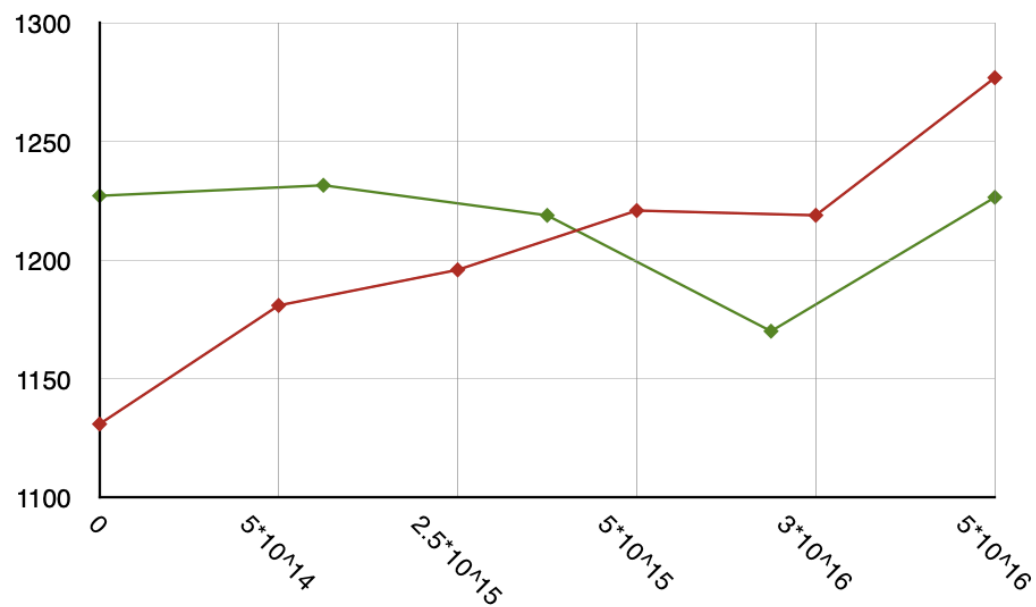
D-пик



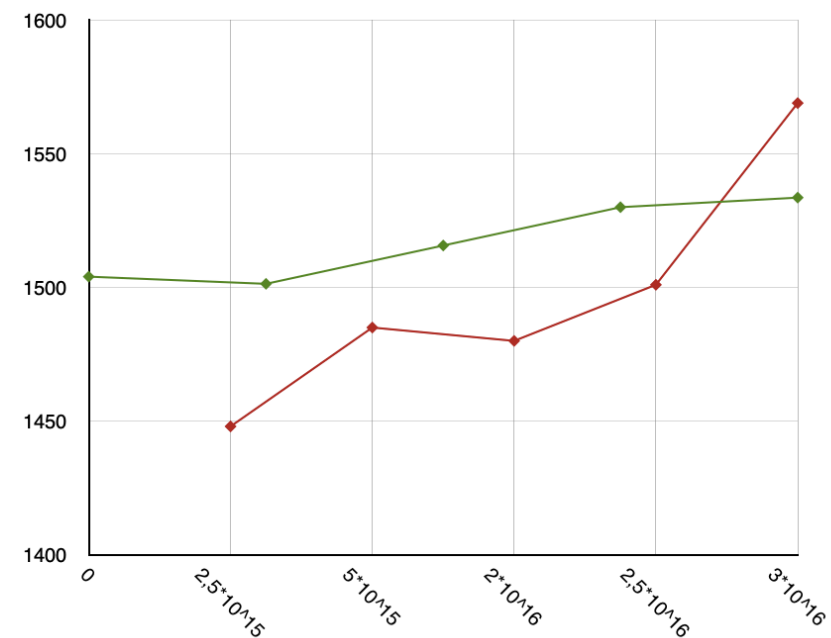
G-пик



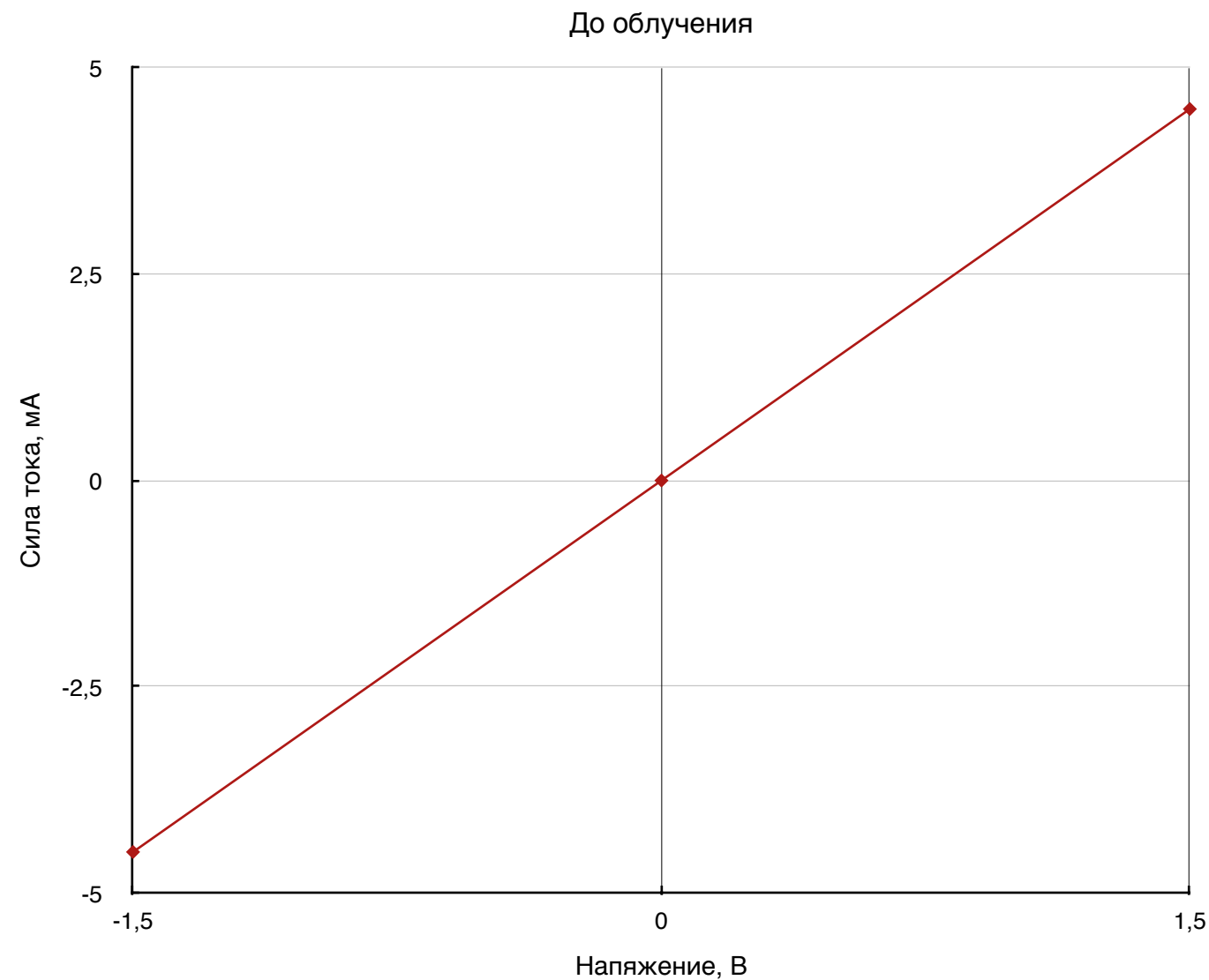
D'-пик



D''-пик

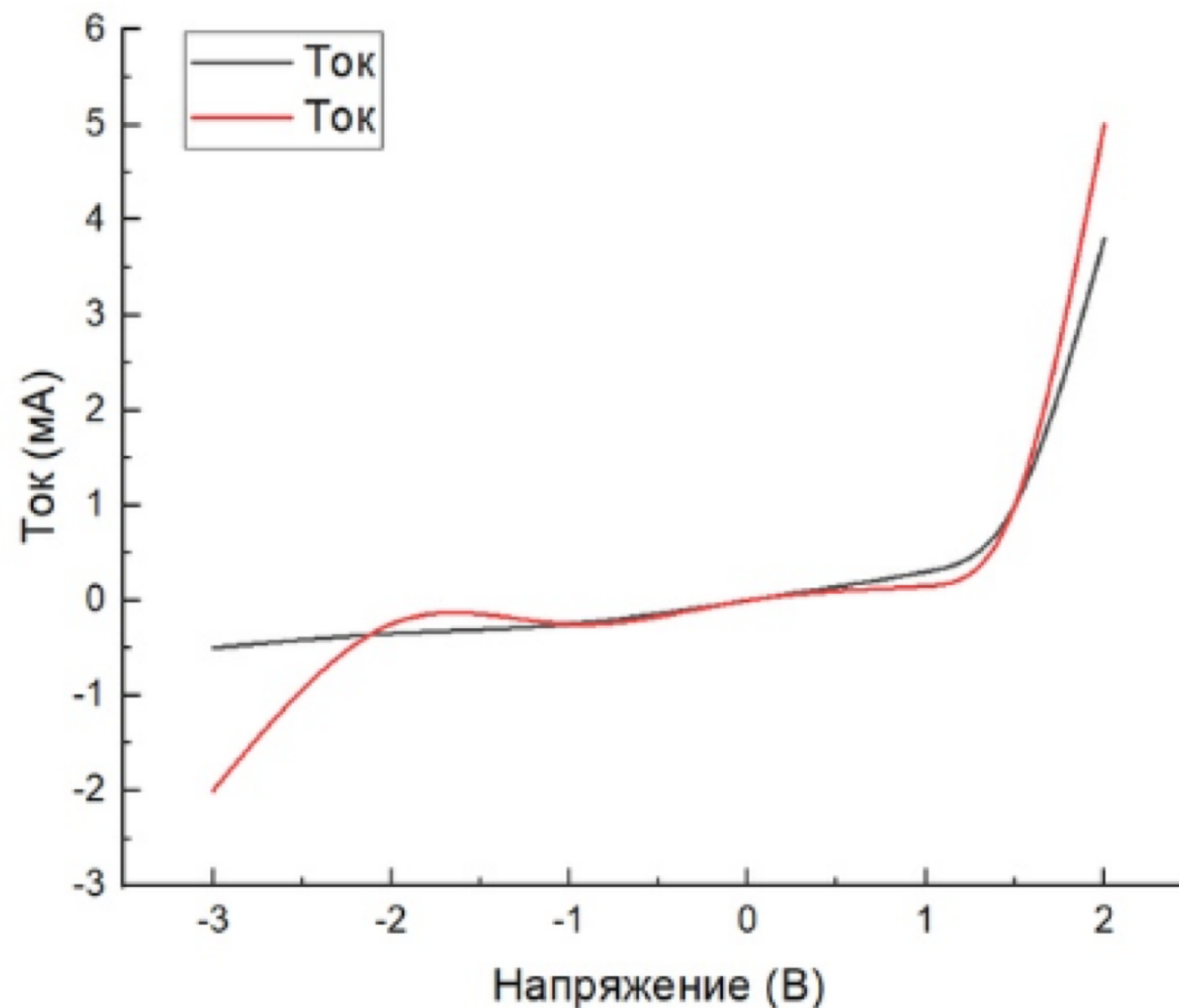
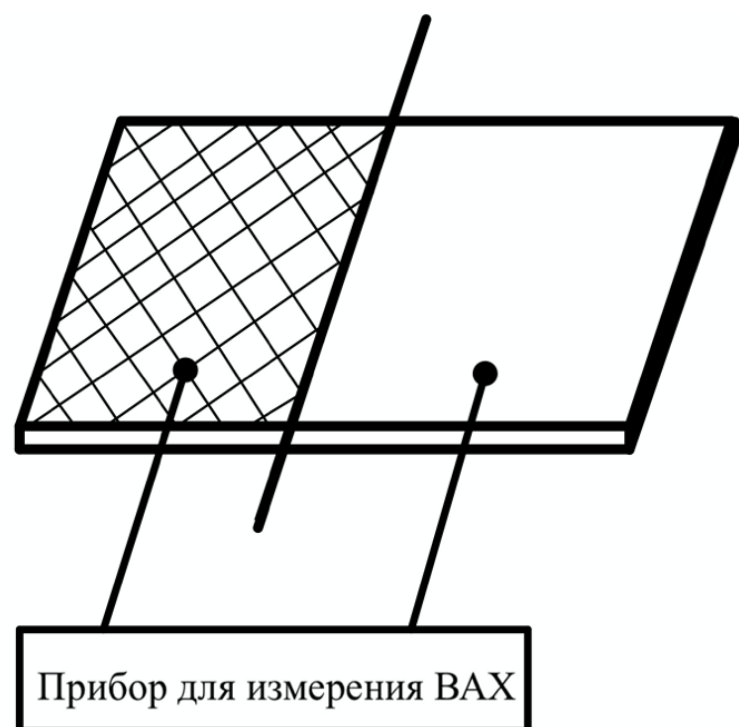


Изучение проводимости структур на основе УНТ до и после облучения



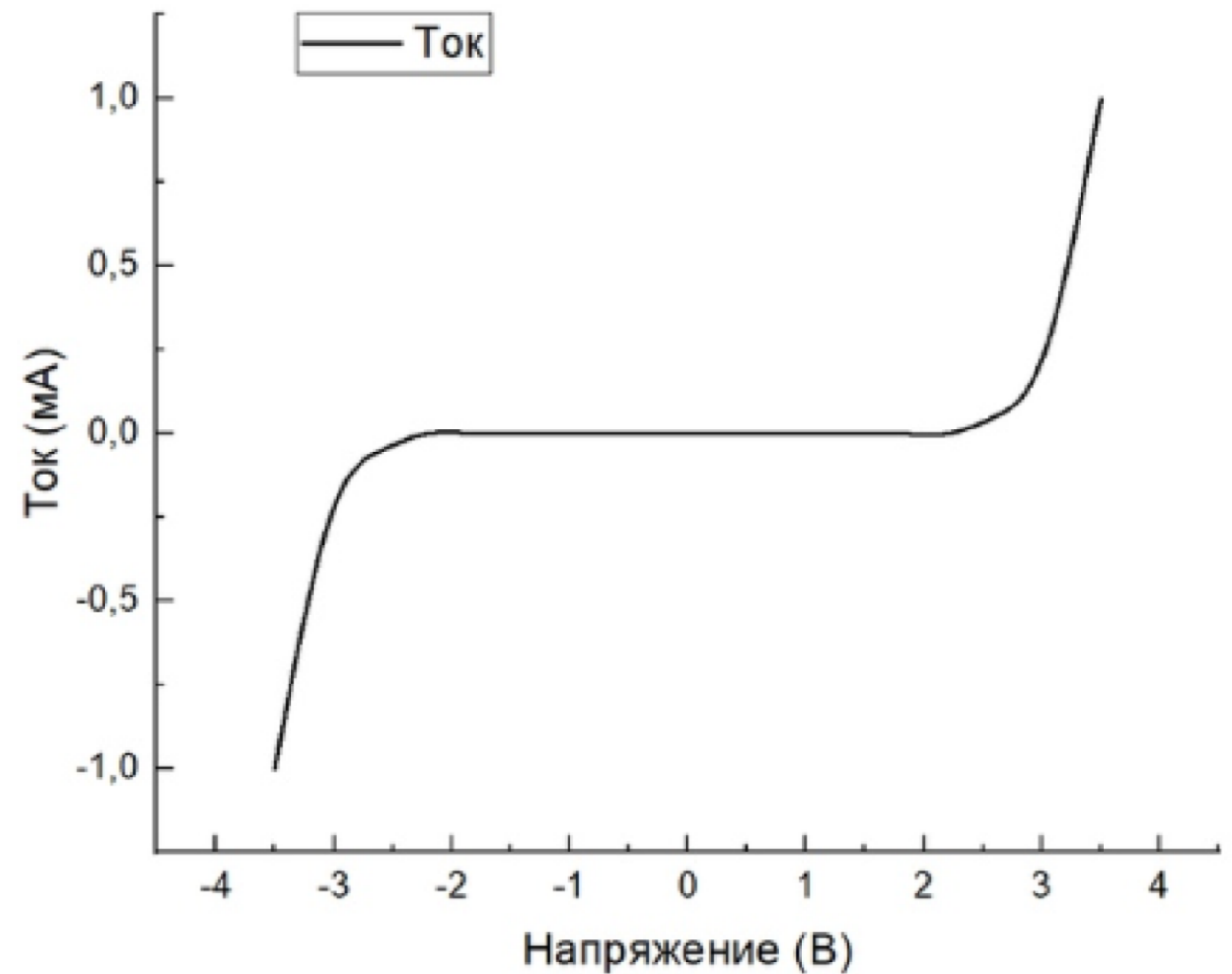
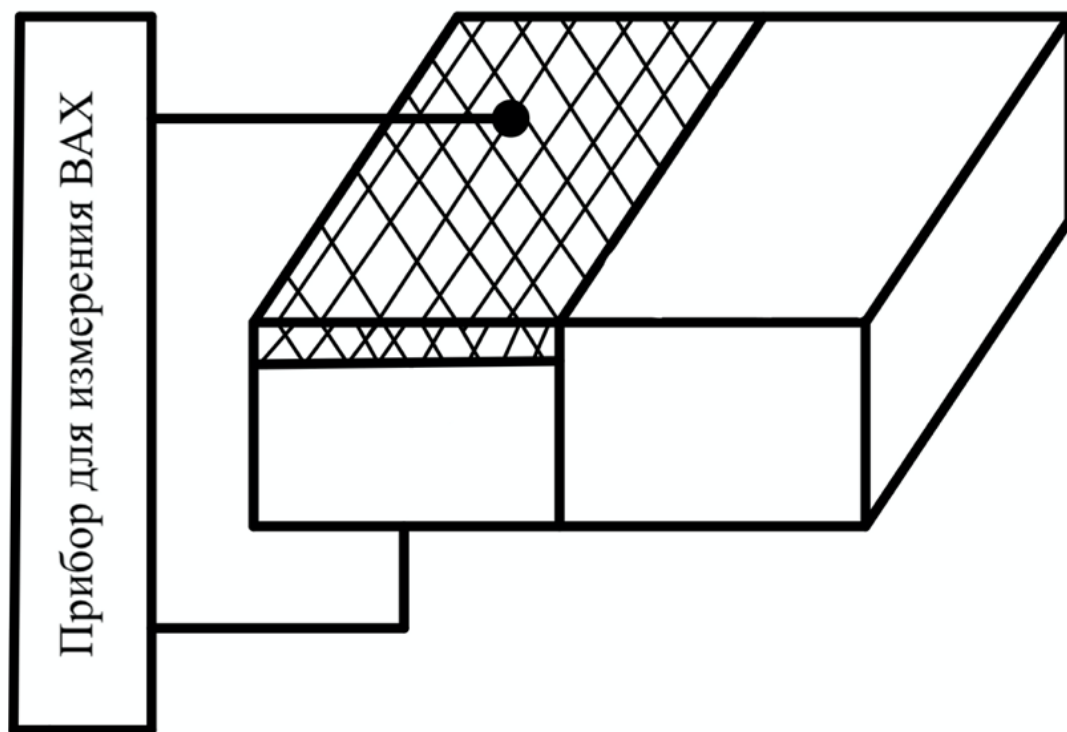
Вольт-амперная характеристика до облучения

Вольт-амперная характеристика после облучения



Вольт-амперная характеристика, снятая первым способом, УНТ после облучения. Облучение происходило дозой $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ на графике красного цвета; на графике черного цвета – $8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$.

Вольт-амперная характеристика после облучения



Вольт-амперная характеристика, снятая вторым способом, УНТ
после облучения. Облучение происходило дозой $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$

Заключение

В работе были проведены эксперименты по облучению ионами аргона с энергией 120 кэВ и дозами от $2,5 \cdot 10^{15}$ до $5 \cdot 10^{16}$ ион/см² многостенных углеродных трубок различного диаметра. В результате проделанной работы сделаны следующие выводы:

- Методом комбинационного рассеяния света и данными сканирующей электронной микроскопии показано, что после облучения происходит разупорядочивание углеродных нанотрубок. Причем увеличивается число атомов углерода, находящихся в состоянии sp^2 -гибридизации. При указанных параметрах не происходит значительного уширения диаметра трубок.

- Показано, что меняя тип гибридизации углеродных нанотрубок можно создавать электронные компоненты. В частности, при различных параметрах облучения были получены структуры, ВАХ которых соответствует диоду. До облучения структуры обладали металлической проводимостью.

- Показано, что ВАХ образцов углеродных трубок после облучения дозой $2 \cdot 10^{16}$ ион/см² соответствует стабилитрону (с напряжением пробоя вблизи около 4 В). При этом в структуру не вносились примеси, влияющие на проводимость, а только изменялся тип гибридизации углеродных связей.

Спасибо за внимание!