



**Фотоконкурс таблиц Д.И.Менделеева, посвященный Международному году Периодической таблицы химических элементов
Работа Архаровой Натальи Андреевны, Орехова Андрея Сергеевича,
Орехова Антона Сергеевича (м.н.с., ИК РАН, ФНИЦ "Кристаллография и фотоника" РАН, г.Фрязино) – гран-при конкурса**

«Нанотаблица» Д.И. Менделеева

*«Минитюаризация была и остается движущей силой
в разработках новых технологий...»*

Хартман У.

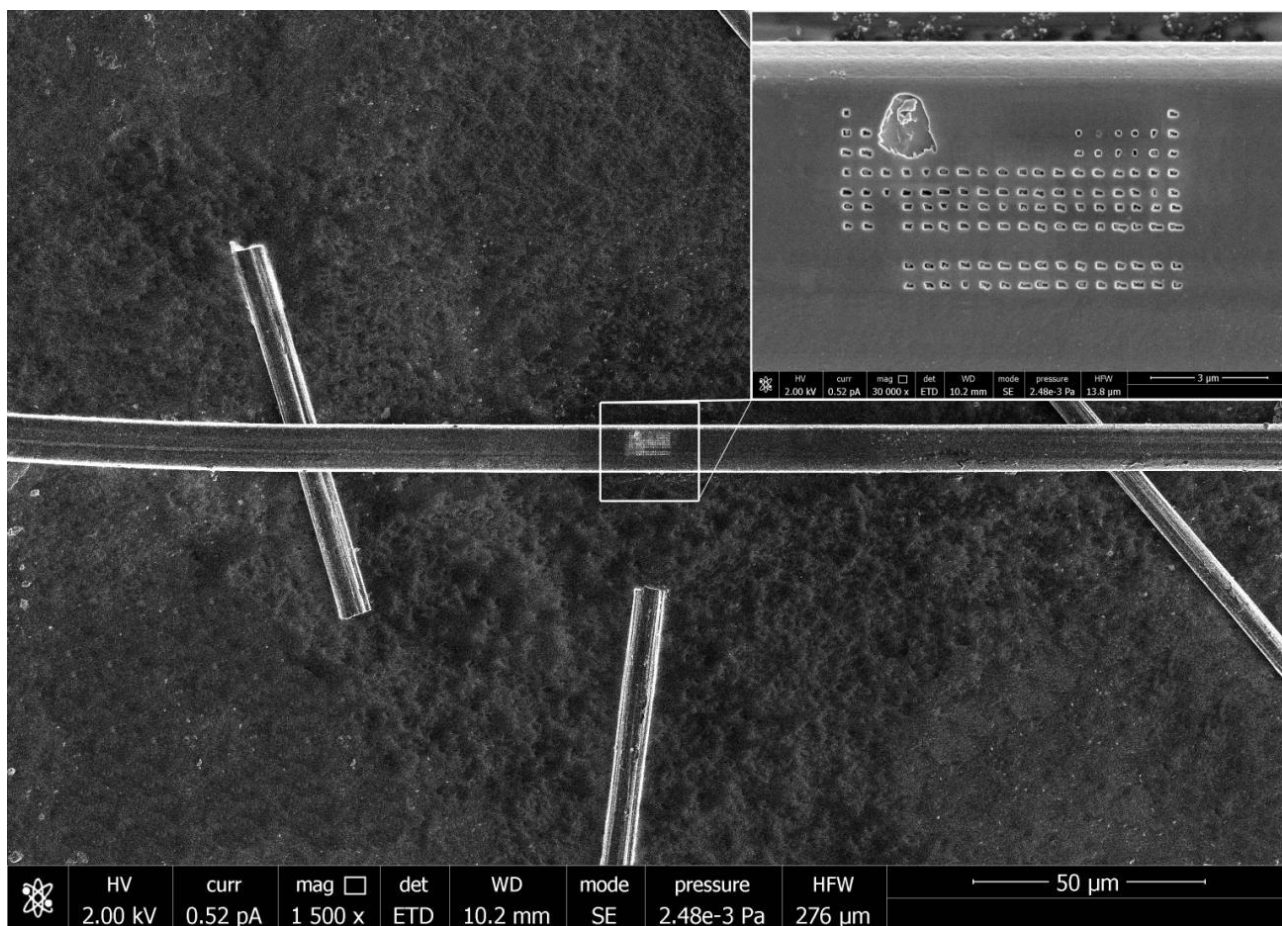
В настоящее время исследования любого объекта невозможно представить без микроскопических исследований. Все чаще на смену стандартным оптическим микроскопам приходят сканирующие электронные микроскопы, позволяющие получать изображения более высокого разрешения: размеры нанообъектов различимые в сканирующих электронных микроскопах достигают нескольких нанометров.

Однако наряду с исследованиями объектов наномира их можно создавать своими руками. Это возможно осуществить путем травления материалов или напыления элементов на поверхность. Напыление и травление осуществляются непосредственно в колонне микроскопа и современная микроскопия позволяет напылять и травить наноразмерные объекты.

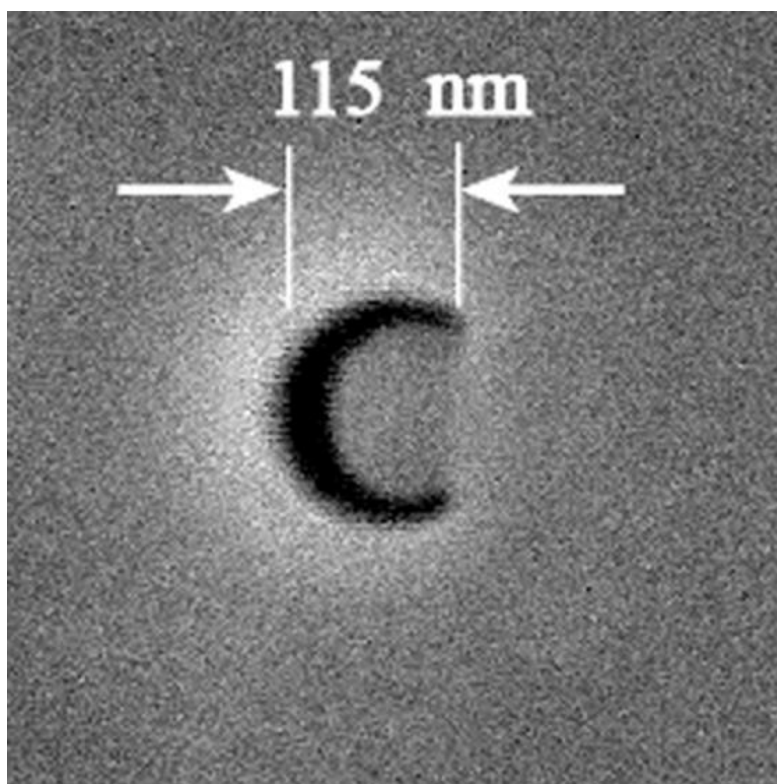
Попробуем напечатать таблицу Менделеева на углеродном волокне, толщиной всего 10 микрометров, что в десять раз меньше человеческого волоса (размером до 100 микрометров). Углеродные волокна перспективны как в микроэлектронике, так и в биомедицине, обладая широким спектром антибактериальных свойств.

Итак, заглянем внутрь сканирующего двухлучевого электронного микроскопа. Фокусированный поток ионов галлия Ga⁺ летит со скоростью 3×10^6 м/с (всего в 100 раз меньше скорости света) и ударяется о поверхность материала. Ускоренные тяжелые и большие ионы (по сравнению с электронами) выбивают материал с поверхности, образуя впадины. Величина и шероховатость таких впадин зависит от силы тока ионного пучка, а также от вида материала. При большой силе тока ионный пучок действует словно лазер, разрезающий все на своем пути. Углеродные волокна состоят из легкого элемента С и очень чувствительны к ионному пучку, поэтому для нанесения химических элементов потребуется самый маленький ток – 1,5-10 пА.

Попробуем объединить все элементы Периодической системы Д.И.Менделеева настолько близко насколько это возможно. Подготавливаем таблицу Менделеева в виде изображения букв, по которым будет происходить травление. Итак, благодаря современным возможностям электронной микроскопии таблицу Менделеева удастся расположить на углеродном волокне диаметром в 10 микрометров. И запускаем травление... Пучок ионов Ga⁺ сразу же начинает взаимодействовать с поверхностью образца и уже через несколько десятков секунд на углеродном волокне видны элементы таблицы Менделеева, а также и фотография самого автора. Полноразмерный масштаб полученной таблицы Менделеева составляет 5x8,7мкм. Размер отдельных букв составляет около 100 нм.

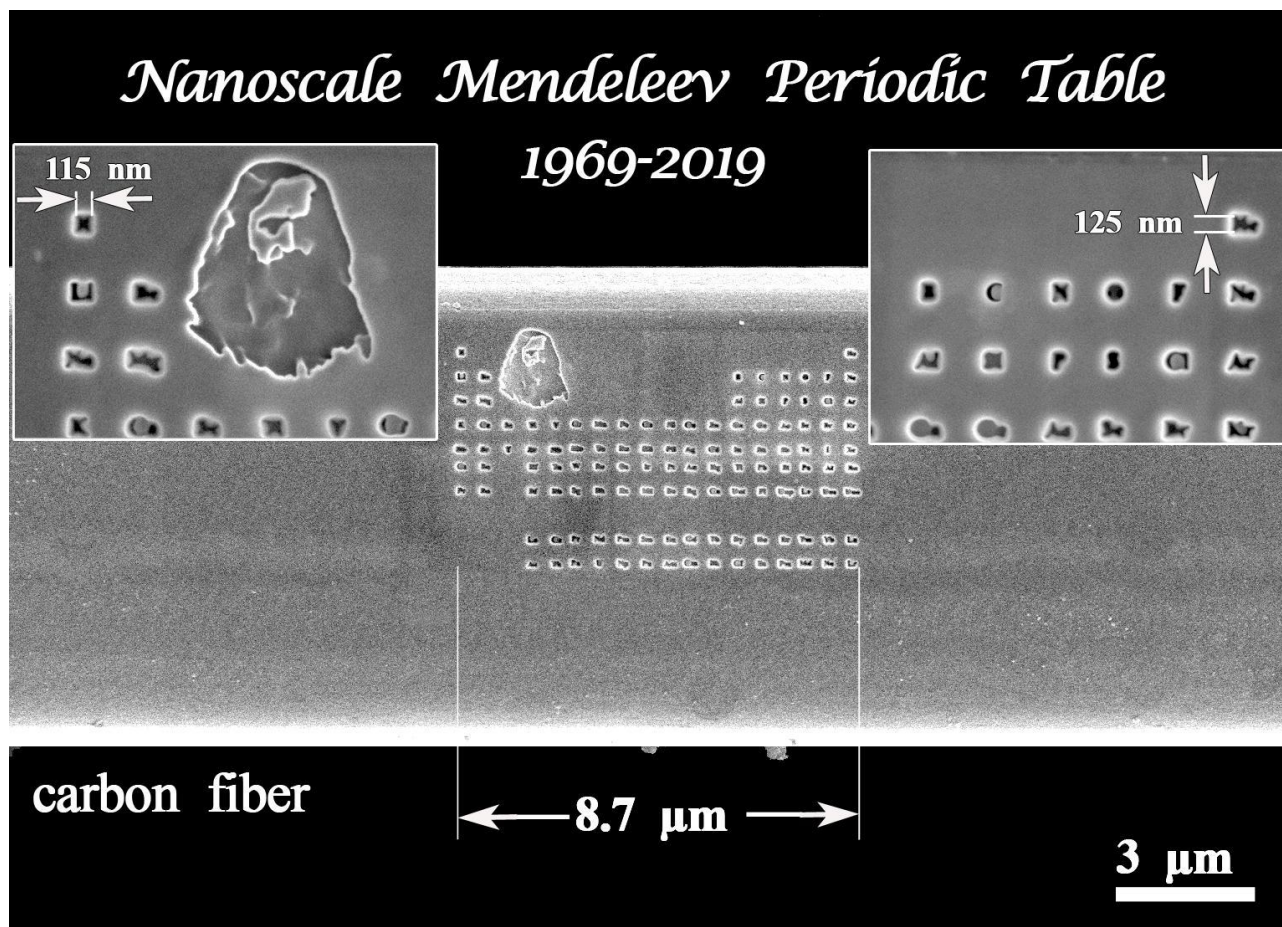


Микрофотография углеродных волокон и насеченной таблицы Д.И. Менделеева на волокне в центре. Размер таблицы составляет 5x8,7 нм.



Микрофотография отдельно вытравленного элемента С с помощью метода фокусированного ионного луча на углеродном волокне. Размер элемента составляет около 100 нм.

Таблица Д.И.Менделеева в новом наноформате!



Микрофотография отдельного углеродного волокна толщиной 10 микрометров с насеченной таблицей химических элементов. Размер таблицы составляет 5x8,7 мкм. Размер отдельных букв на фотографии составляет ~ 100 нм.

Современные возможности минитюаризации, безусловно, являются первыми шагами на пути создания и управления возможностями наноструктур от элементов маркирования оригинальных материалов до наноустройств различной направленности.