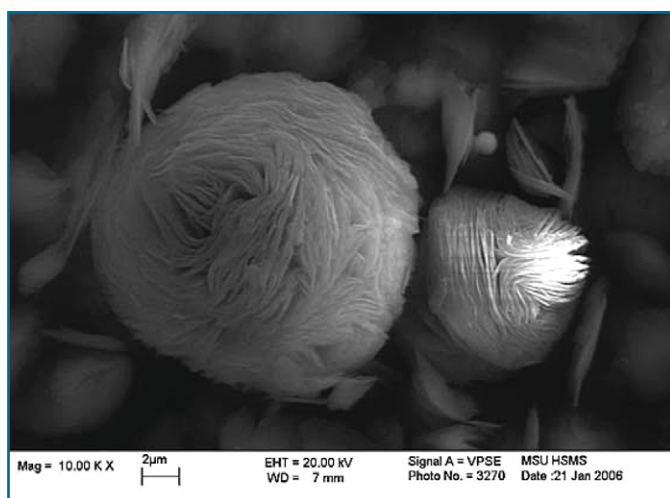


НАНОСТРУКТУРЫ (Nanostructures)

«...Не верь глазам своим».

К. Прутков



«Нанороза» – лепесточки гидроксида магния, полученные гидротермальной обработкой (приз зрительских симпатий на конкурсе фотографии ФНМ в рамках 1-го Фестиваля науки МГУ)

Звезды, цветы, гвозди, ракушки, расчески... А знаете ли вы, что в наном мире также встречаются объекты, похожие на предметы нашего макром мира? Ученые научились с помощью современных методов получать наноструктуры самой разнообразной формы, размера и состава! Давайте же вместе посмотрим, чем можно было бы снабдить наночеловечков, если бы, конечно, они вообще существовали.

Например, нанолюди могли бы разгуливать по полю из наночетов диоксида кремния (рис. 1а), выращенных из SiC и C на кремниевой подложке.

В случае необходимости что-то построить наночеловечки могли бы воспользоваться наногвоздями из оксида цинка (рис. 1б), которые получают при осаждении паров оксида цинка в присутствии In_2O_3 на графитовую или кремниевую подложку.

Эти замечательные наноснежинки и нанозвездочки (рис. 1в) – одна из разновидностей диоксида марганца ($\beta-MnO_2$). Их получают в гидротермальных условиях из раствора $Mn(NO_3)_2$.

А на рис. 1г показаны самые настоящие нанодуванчики! Полые сферы имеют состав $VOOH$ и «растут» в гидротермальных условиях. А эти наноструктуры в виде расчески (рис. 1д) удалось получить также из оксида цинка, но в смеси с угольным порошком. Нанорасчески «выросли» на подложке из кремния, легированного золотом.

Самую маленькую в мире метлу (рис. 1е), щетинки которой в тысячу раз тоньше человеческого волоса, получили, выращивая нанотрубки на нитях силицида углерода из горячего газа, насыщенного углеродом. При этом ручки щеток покрывались тончайшим слоем золота, что позволяло избежать появления на них щетинок

Наноструктуру «рыбья кость» (рис. 1ж) синтезировали при нагревании смеси порошков MgO и Co на кремниевой подложке.

Наноструктура MnO_2 необычной формы «морской наноеж» (рис. 1з), была получена гидротермальным методом из додецилсульфата натрия, а настоящий морской еж показан на вставке.

И даже фрукты есть в наном мире! Наноструктурированная пленка из диоксида марганца, полученная электрохимически, имеет внешний вид карамболы (рис. 1и).

Еще один вид наноструктур из диоксида марганца – наноракушки (рис. 1к). Их получали наращиванием коллоидных наночешуек MnO_2 на наносферах поливинилхлорида с последующим отжигом полученного композита. Органический темплат испаряется, и остаются неорганические очень тонкие полые наносферы

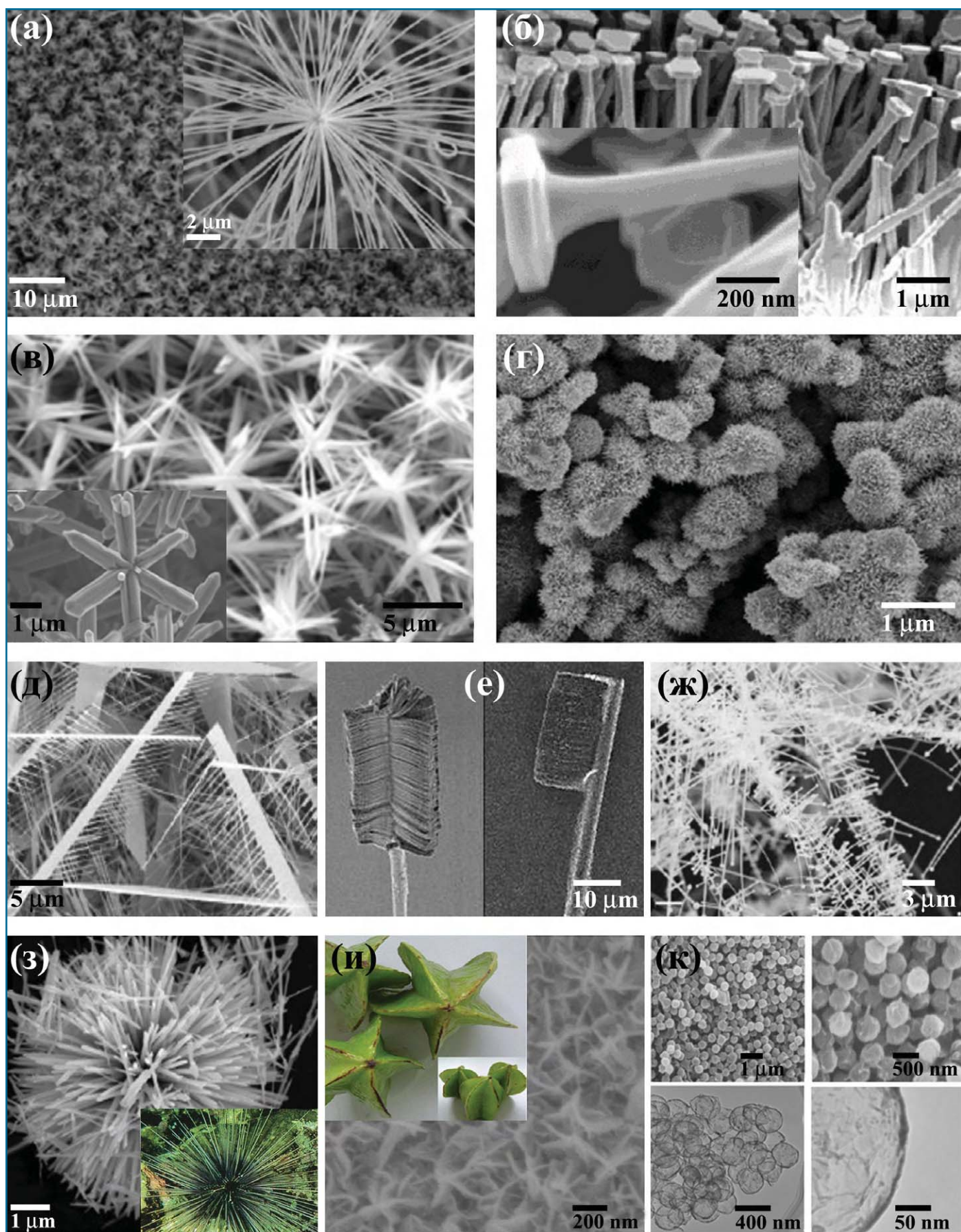


Рис. 1. Разнообразие морфологических форм наноструктур

Исследователи успешно получают все новые и новые наноразмерные объекты. Одни из них являются индивидуальными наночастицами, другие получаются в результате агрегации и имеют необычную причудливую форму. Поэтому исследователи используют термин «наноструктура» для обозначения нанообъектов, которые получены впервые, и еще не имеет в литературе аналогов. В этом случае определяют, на что из человеческого макромира похожа эта структура, добавляя приставку «нано-». Группа ученых, которая первая получила причудливый нанообъект, сначала очень осторожно дает ему длинное имя «наноструктура-имеющая-форму-...», и дальше следует название объекта. Например: «наноструктура, имеющая форму иглы». В дальнейшем, если подобный объект удастся получить в

других системах, то его называют более кратко: «наноигла».

В классификации наноструктур есть несколько подходов. Наиболее часто используемые – по составу, по размерности (протяженности) и по способу получения. Естественно, что способов классификации может быть очень много – по форме, размерам, области применения, кристалличности, количеству атомов и т.п. в зависимости от того, с какой целью производится классификация.

За последние десятилетия химики синтезировали несколько сот наноструктур самого различного уровня – одномерные, двумерные, трехмерные, фрактальные и всевозможные их комбинации. Сколько их еще будет?

Литература:

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005. 416 с.
2. Сергеев Г.Б. Нанохимия. М.: Изд-во МГУ, 2003. 288 с.