

# Экологическая оценка наноструктурированных материалов в архитектуре



1 нанометр = 0, 000 000 001 метра



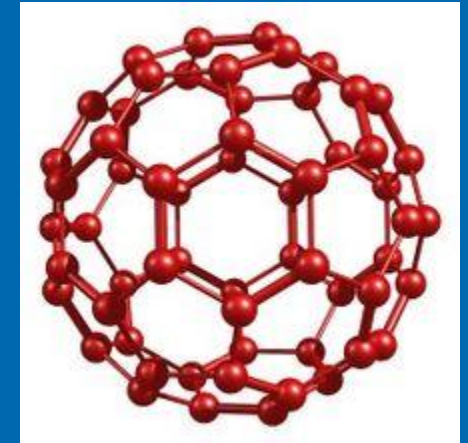
Фундук: диаметр 1 см



Земля: диаметр 12 742 км

# Фуллерен

**Фуллерены, бакиболы** или **букиболы** — молекулярные соединения, принадлежащие классу аллотропных форм — молекулярные соединения, принадлежащие классу аллотропных форм углерода — молекулярные соединения, принадлежащие классу аллотропных форм углерода и представляющие собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа трёхкоординированных атомов — молекулярные соединения, принадлежащие классу аллотропных форм углерода и представляющие собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа трёхкоординированных атомов углерода. Своим названием эти соединения обязаны Ричарду Бакминстеру Фуллеру, чьи геодезические конструкции построены по этому принципу. Первоначально данный класс соединений был ограничен лишь структурами, включающими только пяти- и шестиугольные грани. Заметим, что для существования такого замкнутого многогранника, построенного из  $n$  вершин, образующих только пяти- и шестиугольные грани, согласно теореме Эйлера для многогранников, утверждающей справедливость равенства  $|n| - |e| + |f| = 2$  (где  $|n|$ ,  $|e|$  и  $|f|$  соответственно количества вершин, ребер и граней), необходимым условием является наличие **около 1/3 от общего числа граней** шестиугольных граней.



Открыт Крото, Смолли и Керлом в 1985 г.

Растворимые в воде кластеры активно распространению в окружающей среде и антиоксиданты

# Применение фуллерена в строительстве

Добавки в интумесцентные (вспучивающиеся) огнезащитные краски. За счёт введения фуллеренов краска под воздействием температуры при пожаре вспучивается, образуется достаточно плотный пенококсовый слой, который в несколько раз увеличивает время нагревания до критической температуры защищаемых конструкций.

# Пенококсовый слой для повышения огнезащиты конструкций



# Функционализация фуллеренов

- **Реакция Дильса-Альдера** (циклоприсоединение веществ, содержащих кратную связь, активированную соседней электроноакцепторной группой)
- **Реакция Прато** (реакция с присоединением азометиновых илидов)
- **Реакция Бингеля**
- **Гидрирование с образованием  $C_{60}H_2 \dots$   
 $C_{60}H_{50}$**

ВСЕ РЕАКЦИИ ОБРАТИМЫ

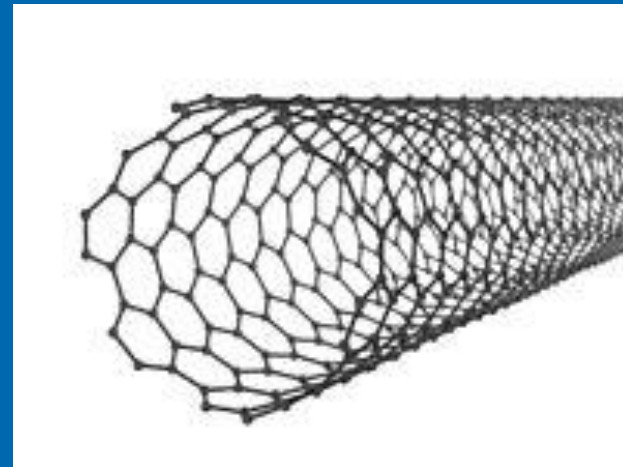
Функционализация снижает цитотоксичность



Биосфера Фуллера (павильон США на ЭКСПО-67). В настоящее время музей «Биосфера», Монреаль)

## Углеродные нанотрубки

это протяжённые цилиндрические это протяжённые цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров это протяжённые цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров, состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку гексагональных графитовых это протяжённые цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров, состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку гексагональных графитовых плоскостей и





# ФАКТОРЫ ВРЕДНОСТИ ФУЛЛЕРЕНА:

- Цитотоксичность;
- Активность нанокластеров в водной среде;
- Дериватизация (образрвание производных химических веществ)

Аналогичные исследования ведутся с наночастицами оксидов кварца, титана и железа

# РИСК ВОЗДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ

РИСК = токсичность + длительность  
действия

Однослойные нанотрубки – 20 %

Фуллерен – 40%

Наночастицы алюминия – 30%

Наночастицы диоксида титана – 50%

**Вино -20%**

Полиолефины – 60%

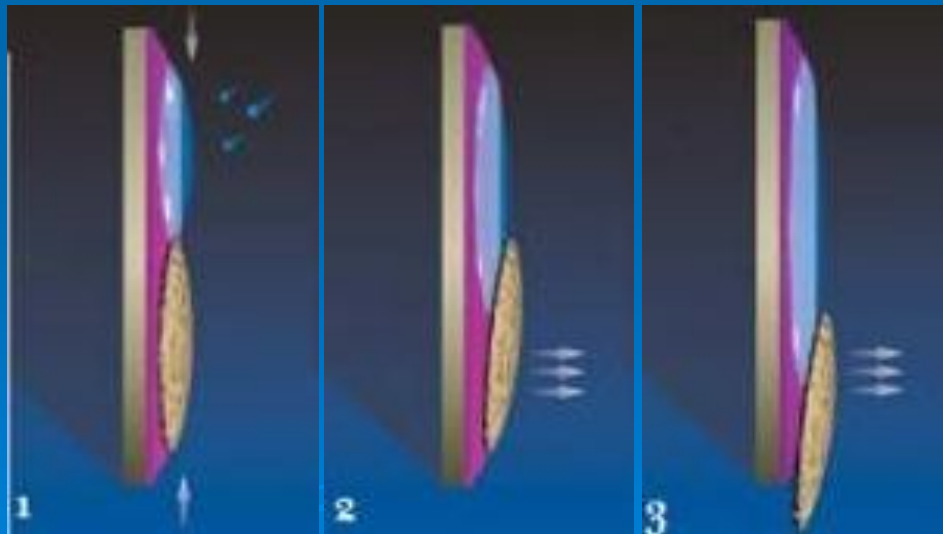
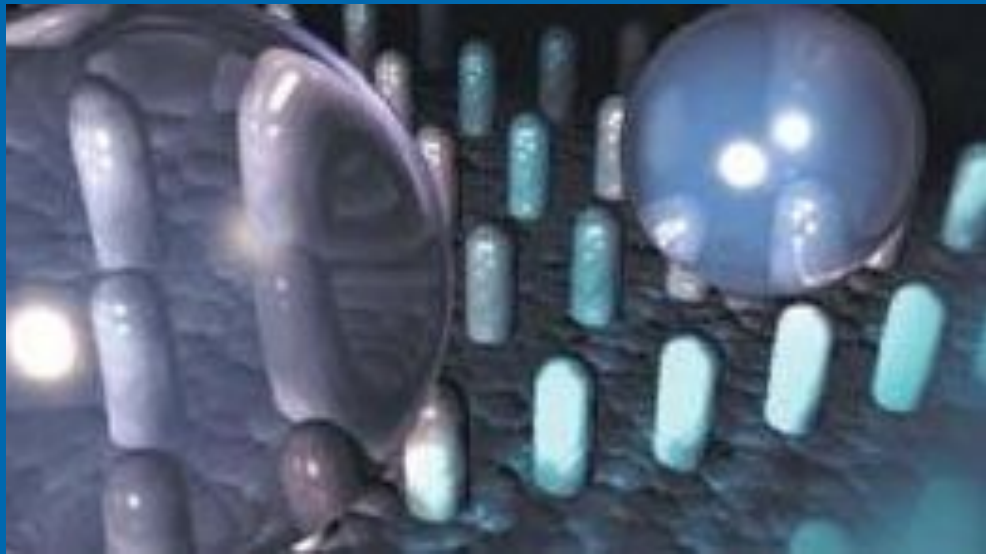
Нефтепереработка – 8%

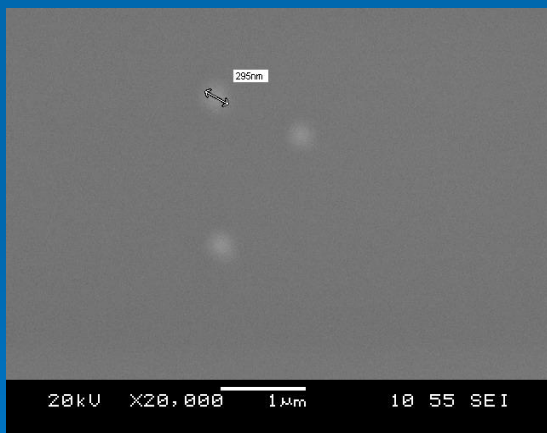
# Структура экологической оценки

1. Учет нагрузок на окружающую среду по жизненному циклу
2. Учет токсичности для человека веществ в жидкой фазе
3. Учет положительных эффектов от нанотехнологий для окружающей среды

## *2. Технологии молекулярной и атомарной точности*

- создание покрытий для адсорбции эмиссий вредных воздействий, что актуально для уже существующих материалов, выделяющих в окружающую среду вредные вещества.
- использование технологий молекулярной и атомарной точности при формировании структуры материала также можно разделить на два типа: наноструктурная модификация уже известных материалов и создание новых структур с использованием мельчайших компонентов.

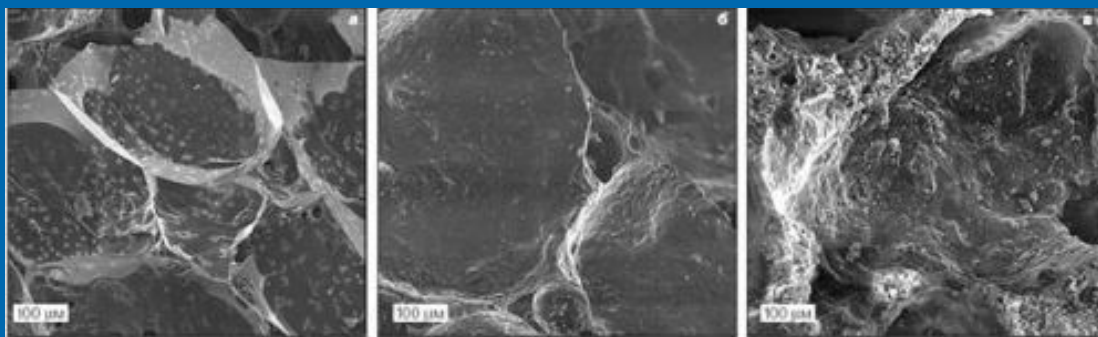




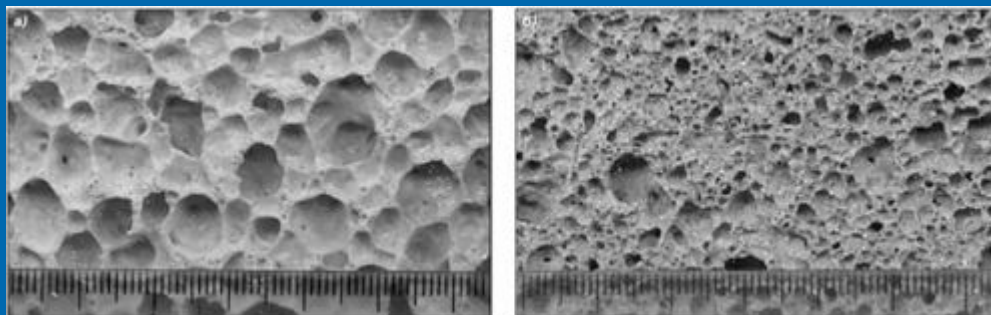
Наноизмельченные составы и покрытия для материалов придают им:

- антипирлирующие свойства;
- водостойкость;
- биостойкость;
- долговечность;
- поглощают эмиссию вредных веществ за счет их адсорбции

*В.В. Мальцев Новые экологически-безопасные кровельные материалы, содержащие наноконпоненты ([www.ecrushim.ru](http://www.ecrushim.ru))*



Слева направо: беспорошковая технология, порошковая технология с использованием дисперсных г.п., газосиликат из боя стекла



Слева – пеностекло из цеолитной г.п.; справа – пеностекло из каолина

- Плотность пеностекла зависит от тонины помола
- Эффективно использовать природные дисперсные породы в случае подготовки порошков
- Еще эффективнее использовать гели или растворы (достигим диаметр ячейки 1 мкм при плотности материала 70 кг/куб. м)
- Помол стекла для порошковой технологии – энергозатратное мероприятие (до 115кВт\*час/т)



В Мадриде специалисты из компании Acciona построили мост из полимерного композиционного материала — углепластика. Его длина достигает 44 м, ширина — 3,5 м, и выглядит он как легкая, бесшовная конструкция, не имеющая даже опор. Как считают сами строители, углеволокно делает процесс производства мостов более простым и быстрым, да и себестоимость проекта становится ниже. К примеру, монтаж моста из углепластика над рекой Манзанарес проводился всего лишь пару часов. На сооружение израсходовали 12 т углеволокна.



# Основные организации по оценке материалов с использованием нанотехнологий

Nanotechnology Environmental and Health  
Implications Working Group

National Institute of Occupation Safety and  
Health

National Nanotechnological initiative







