

# Методы получения нанообъектов и наноструктур

Работу выполнил Резчиков Н.А.  
Научный руководитель Самедов В.  
В.

# Условия получения наноматериалов:

- Неравновесность систем
- Однородность наночастиц
- Монодисперсность наночастиц

# Способы получения наноматериалов:

- Высокоэнергетические методы
- Механохимические методы
- Использование нанореакторов
- Химические методы

# Виды нанообъектов

- Нанообъекты – наночастицы, кластеры, пентагональные трубки
- Микрочастицы и кристаллы
- Наноматериалы и изделия – покрытия, пленки, порошки, адсорбенты, катализаторы

# Наносборка

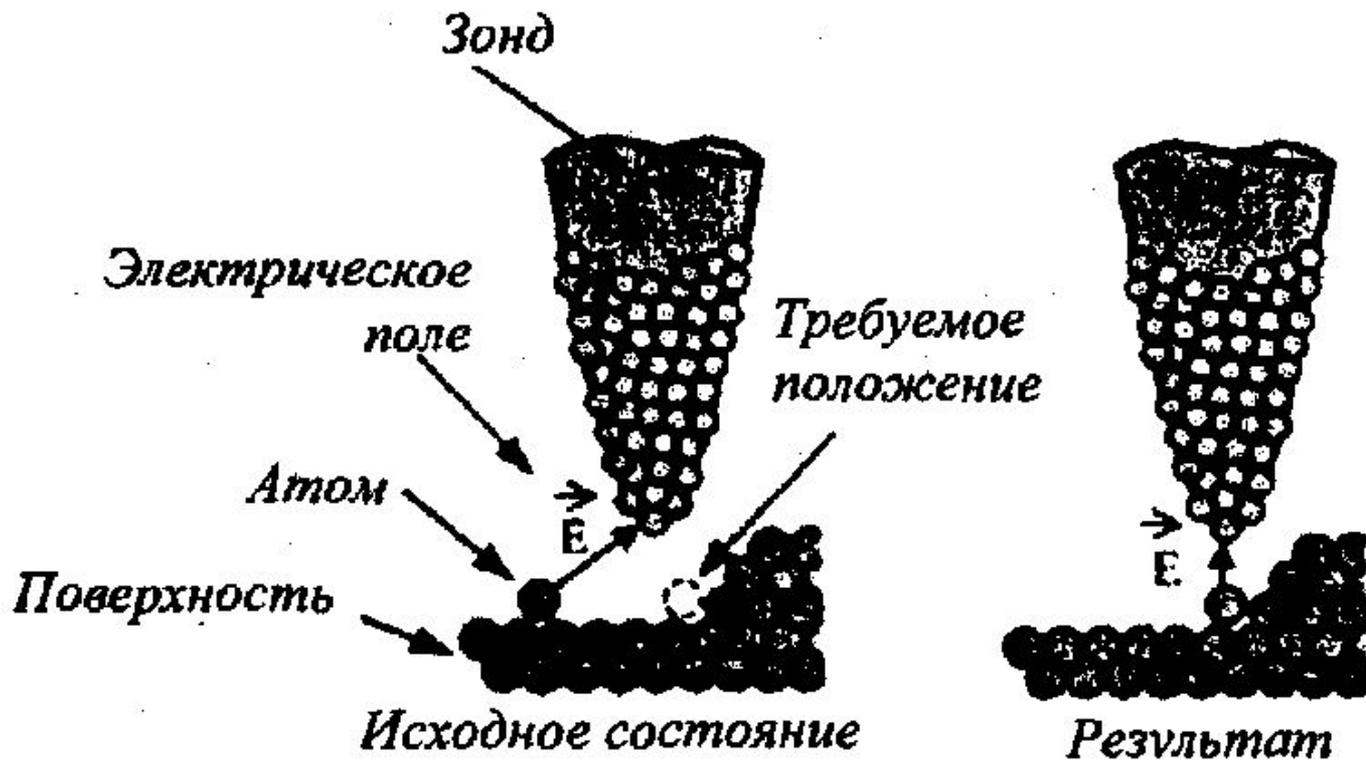
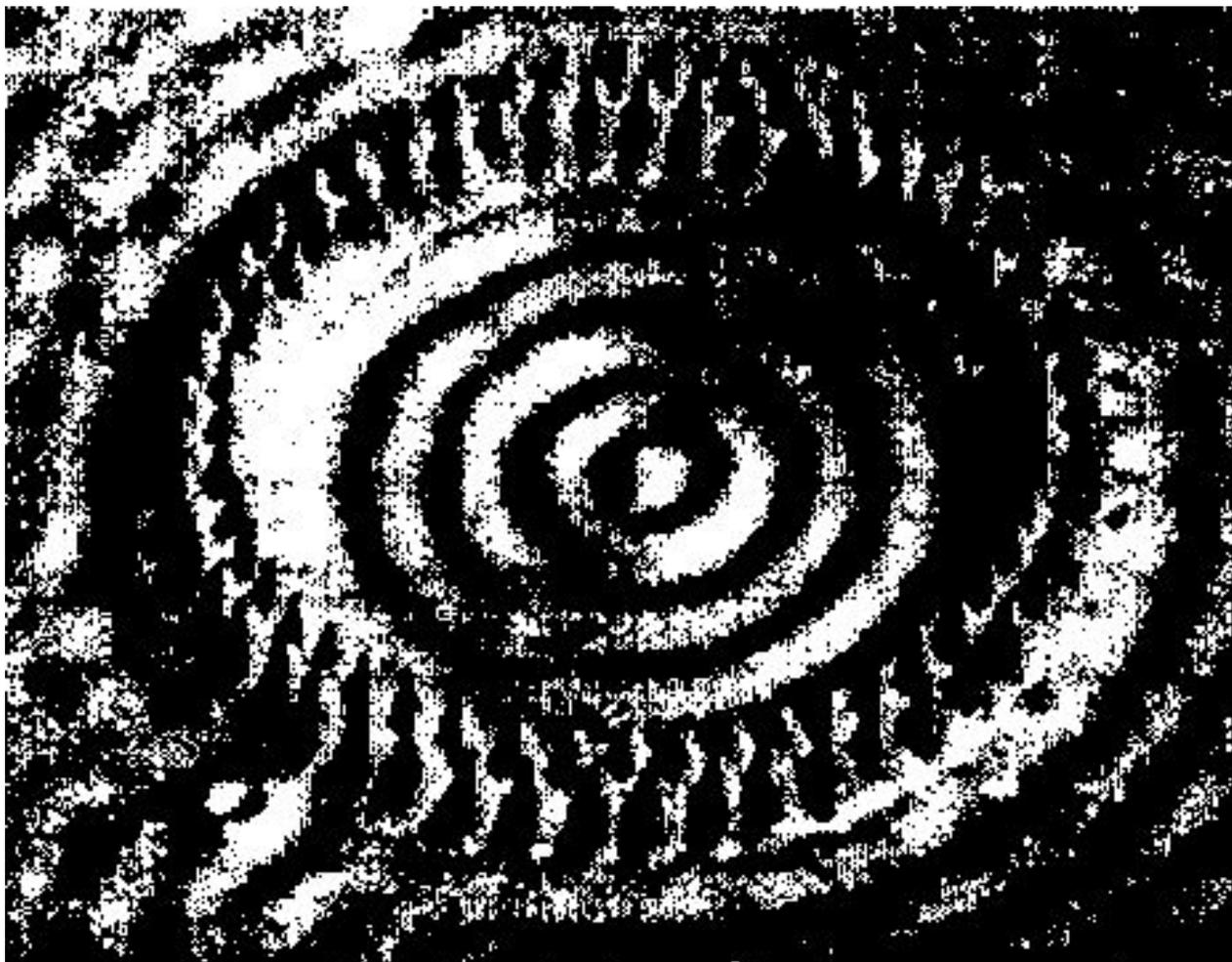
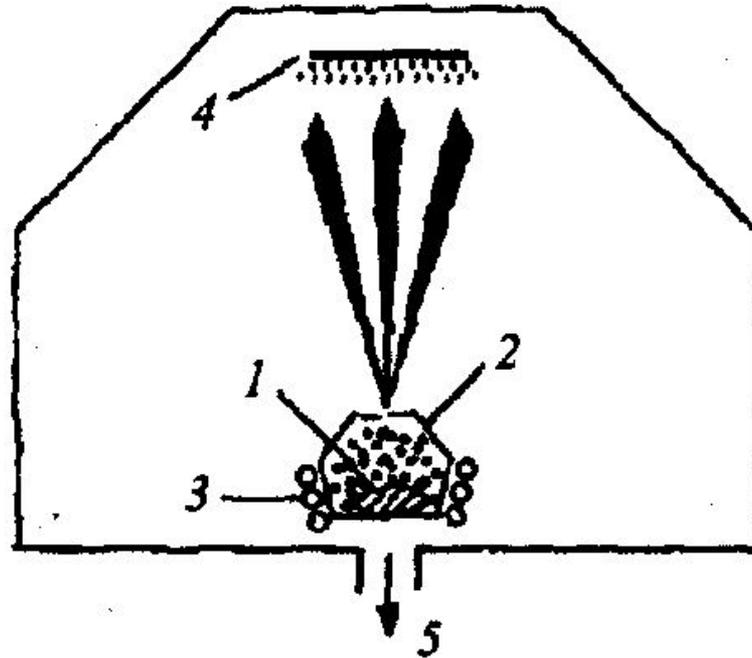


Рис. 2.1. Перемещение атомов с помощью зонда

# «Квантовый загон»

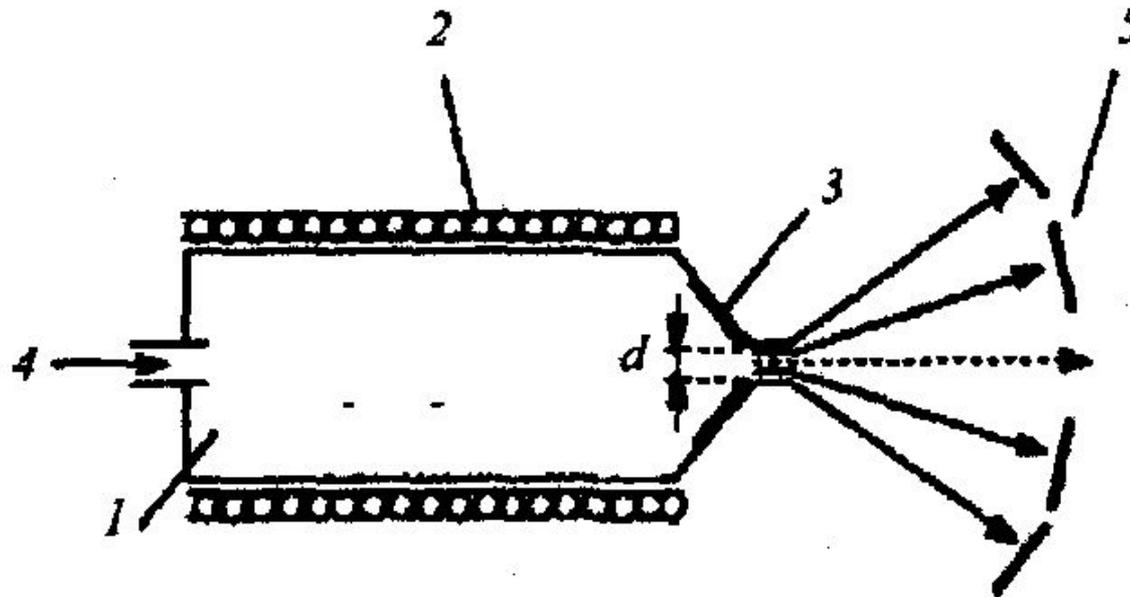


# Метод молекулярных пучков



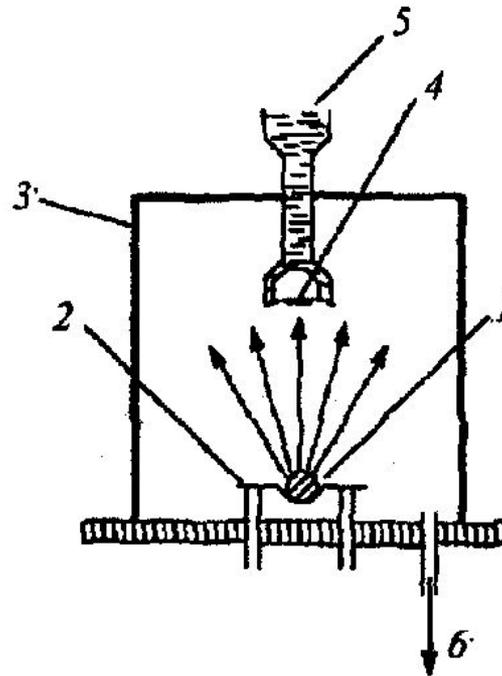
*Рис. 2.4.* Схема получения молекулярных пучков в вакууме:  
1 – испаряемое вещество; 2 – нагревательная камера с диафрагмой;  
3 – нагреватель; 4 – подложка; 5 – откачка сосуда

# Сверхзвуковое истечение газов из сопла



*Рис. 2.5.* Схема сверхзвукового истечения частиц из сопла:  
1 – камера торможения; 2 – нагреватель; 3 – сопло;  
4 – поток горячего газа или пара; 5 – подложка

# Аэрозольный метод



*Рис. 2.6.* Схема аэрозольного реактора:

- 1 – испаряемый образец; 2 – нагреватель; 3 – термостатируемый корпус;
- 4 – сканирующая зону конденсации отборник проб для электронной микроскопии; 5 – жидкий азот; 6 – ввод и откачка газа-разбавителя

# Конденсация паров

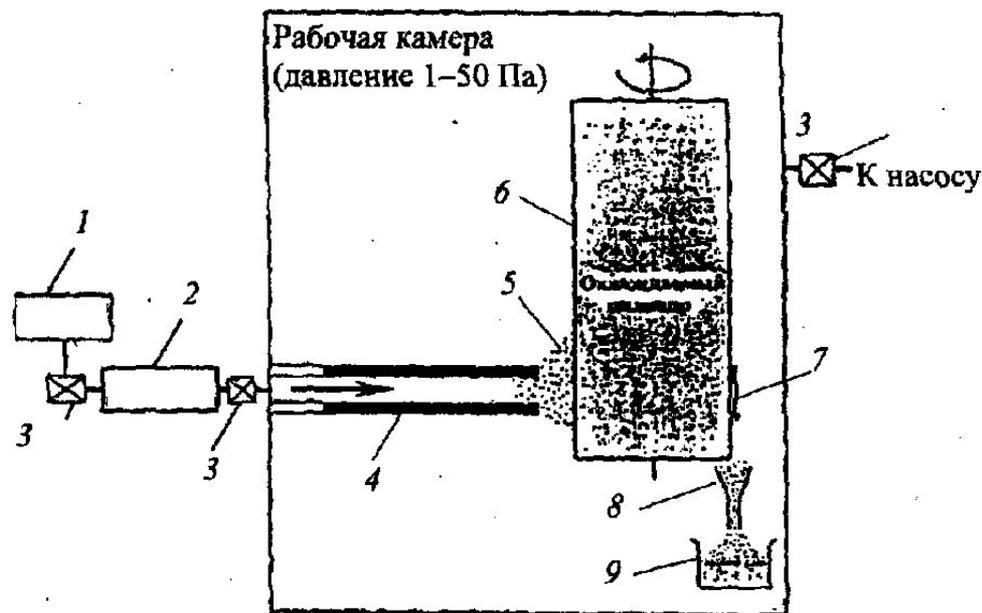
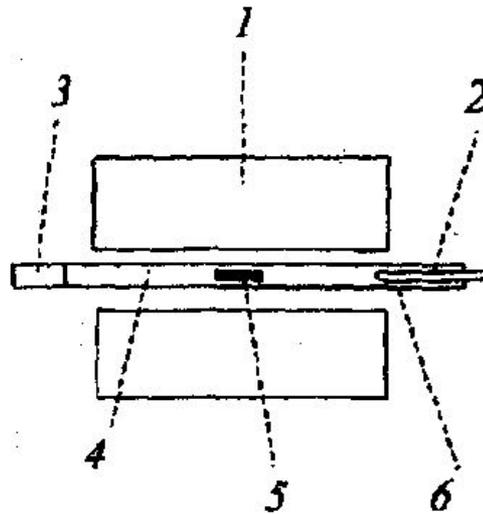


Рис. 2.7. Схема аппаратуры для получения нанокристаллических керамических порошков методом конденсации паров с использованием как источника конденсируемого пара металлоорганических прекурсоров [19]:

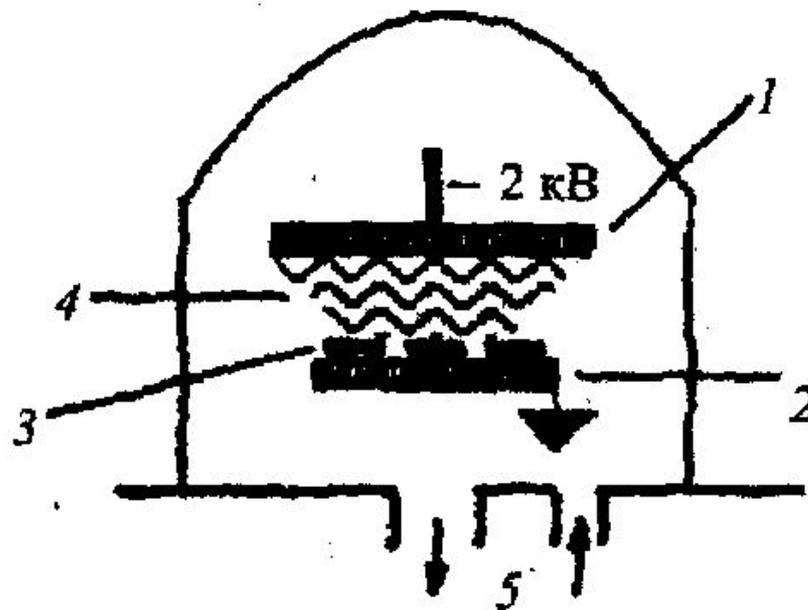
- 1 – запас несущего газа; 2 – источник прекурсора; 3 – клапан;
- 4 – нагреваемый трубчатый реактор; 5 – наночастицы;
- 6 – охлаждаемый цилиндр; 7 – скребок; 8 – воронка; 9 – коллектор

# Лазерное испарение



*Рис. 2.8. Установка для синтеза углеродных нанотрубок лазерным испарением [5]: 1 – печь; 2 – медный коллектор, охлаждаемый водой; 3 – лазер; 4 – газообразный аргон; 5 – графитовая мишень; 6 – кварцевая труба*

# Катодное распыление



*Рис. 2.11.* Схема метода катодного распыления:  
1 – катод; 2 – анод; 3 – подложка; 4 – плазма ( $\text{Ag}^+$ );  
5 – нагнетание и откачка газа

# Сонохимическое диспергирование

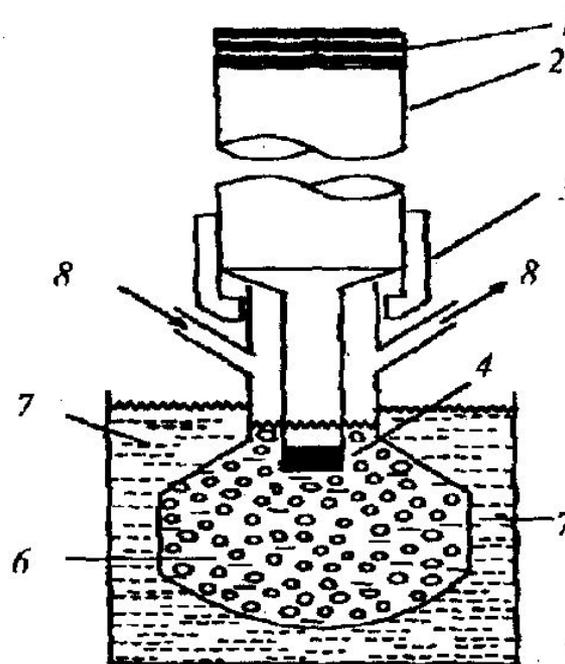


Рис. 2. 15. Схема ультразвукового диспергирующего аппарата [17]:

1 – ультразвуковой преобразователь; 2 – излучатель ультразвука;

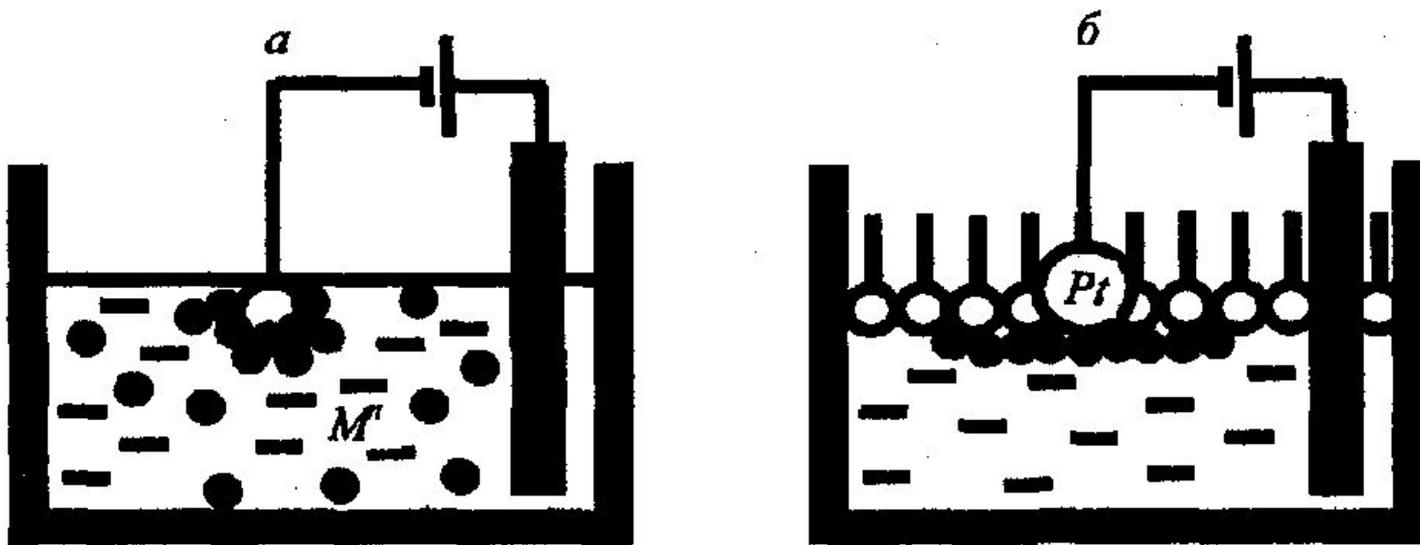
3 – нержавеющий хомут или кольцо; 4 – наконечник излучателя;

5 – стеклянная ячейка; 6 – объект; 7 – охлаждающий термостат;

8 – ввод и удаление газа



# Электрохимический метод



*Рис. 2.17.* Принципиальная схема электрохимического получения индивидуальных металлических наночастиц (а) и монослоев металлических наночастиц (б) [17]

# Темплатный метод



Рис. 2.18. Пример темплатного синтеза (стадии синтеза)

Спасибо за  
внимание!