

# Микро и мезопористые материалы

Оксид алюминия:  
синтез, свойства, применения

# Пористые материалы

**Макропористые материалы:** размеры пор  $>50-100$  нм.

**Мезопористые материалы:** размеры пор от 3-5 до 50 нм.

**Микропористые материалы:** размеры пор  $<3$  нм.

**Основные методы получения:**

## 1. Химические:

**теплитирование** (использование в качестве темплатов молекул ПАВ, органических добавок, с последующим удалением через газовую фазу или растворение);

**выделение газов** в ходе химической реакции и образование пор в вязкой среде (например, бетон);

**электрохимические методы.**

## 2. Физические:

**травление** с помощью лазеров или тяжёлых частиц

# Теплатирование

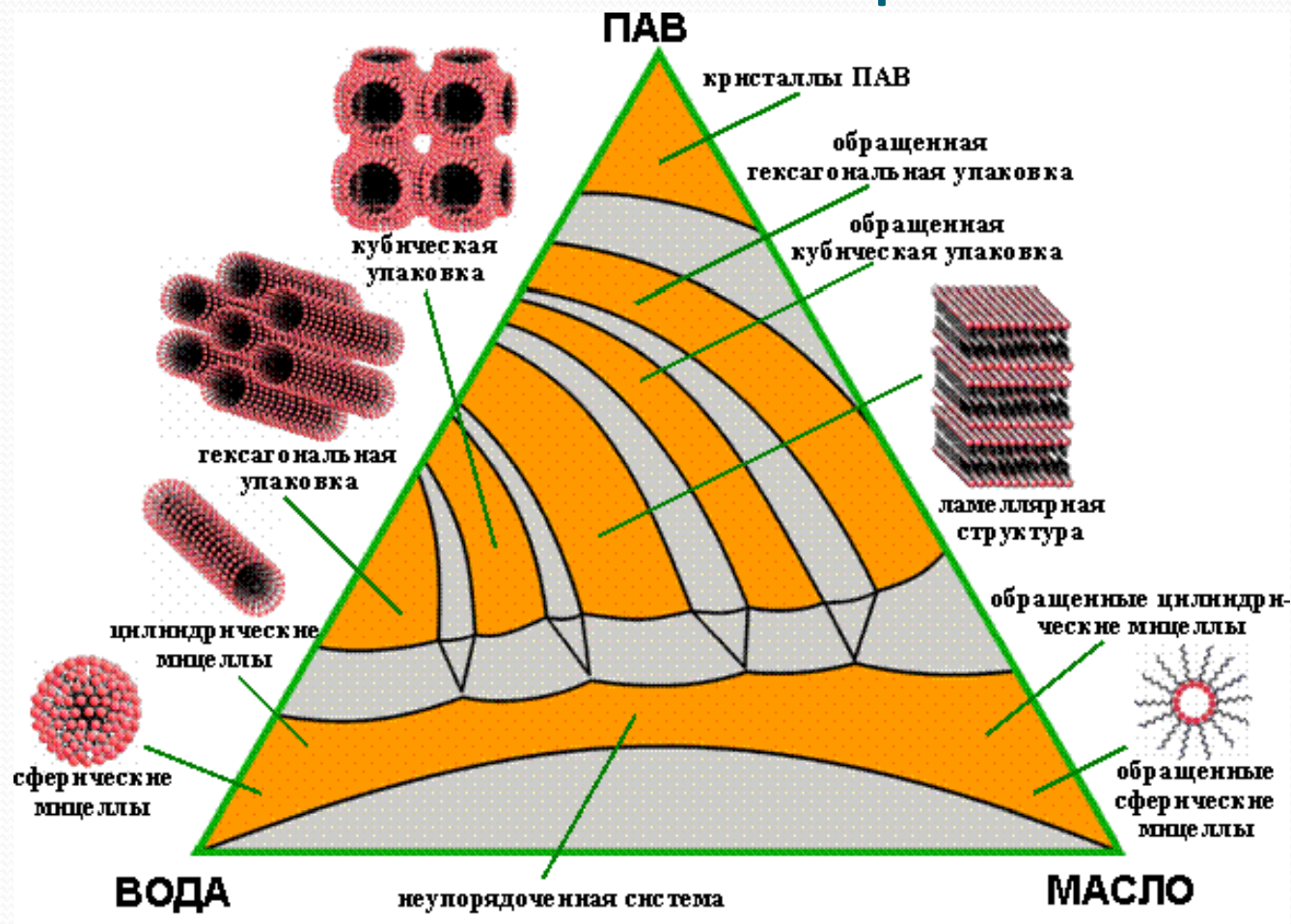
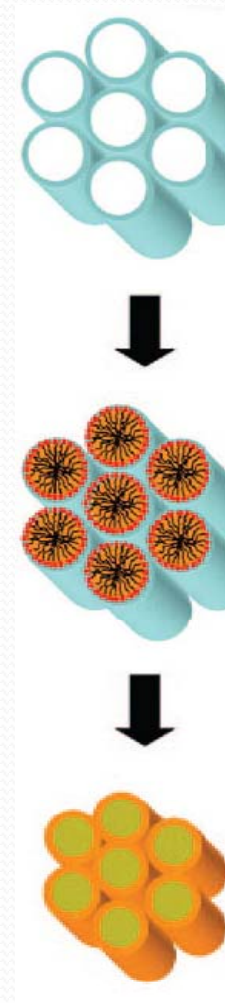
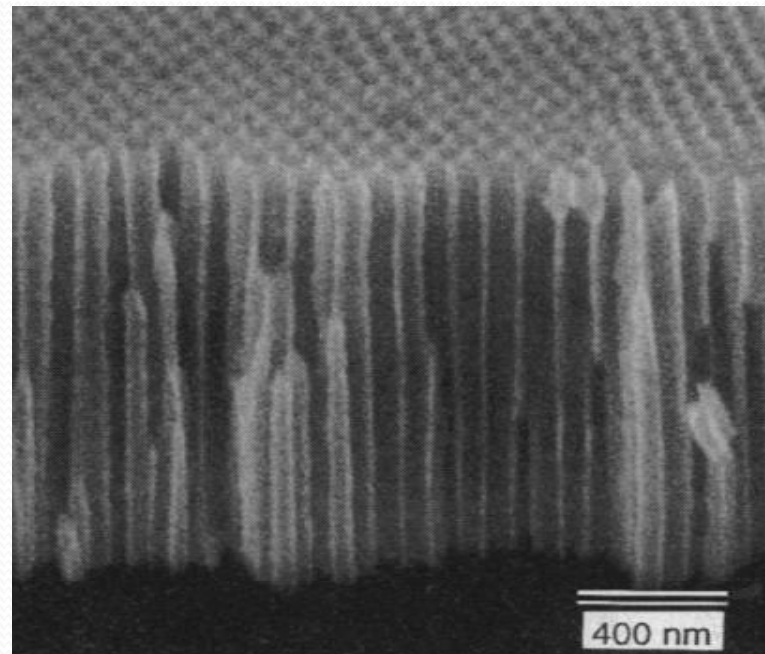
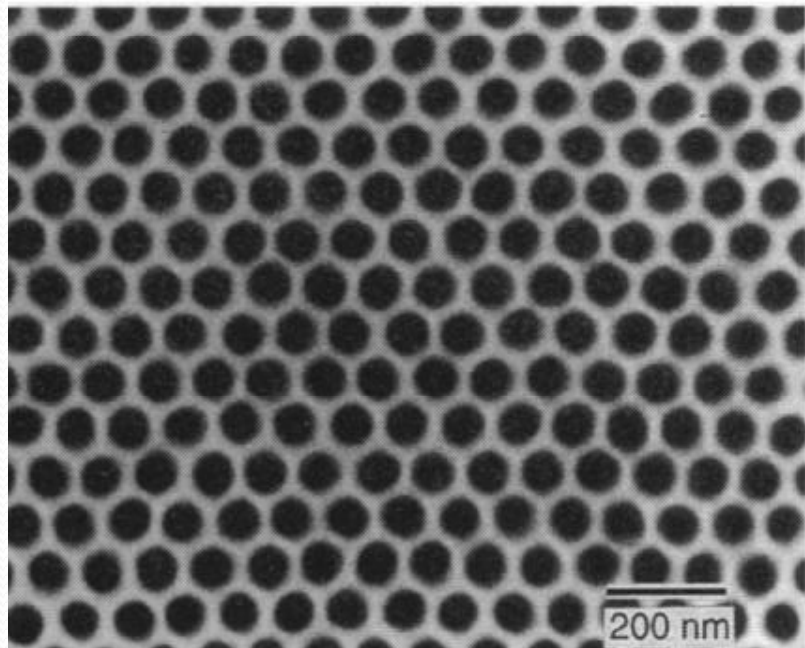


Диаграмма тройной системы

вода-масло-ПАВ



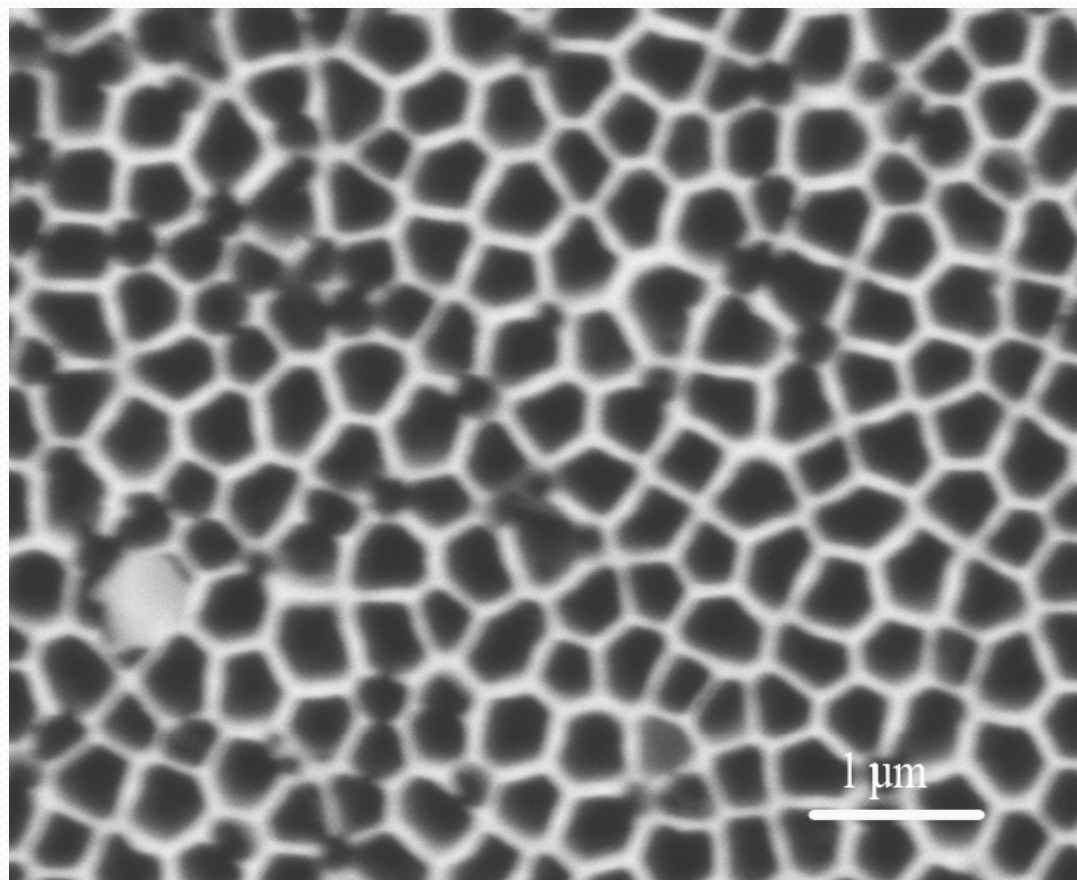
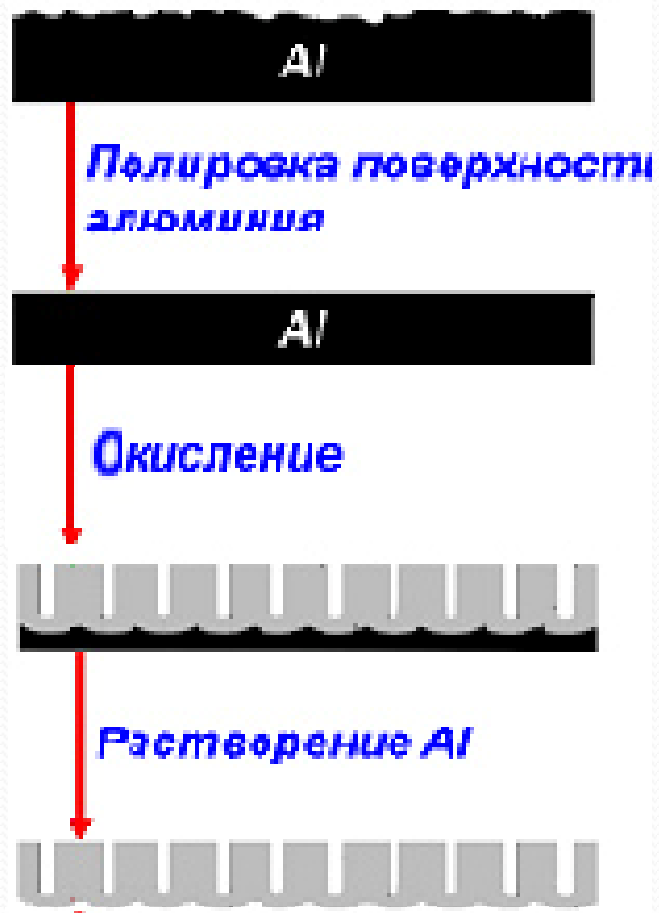
## Электрохимический метод



Keller , 1953 - первое описание структур

Masuda, Fukuda, 1995 – использование пористого  $\text{Al}_2\text{O}_3$  для создания матриц

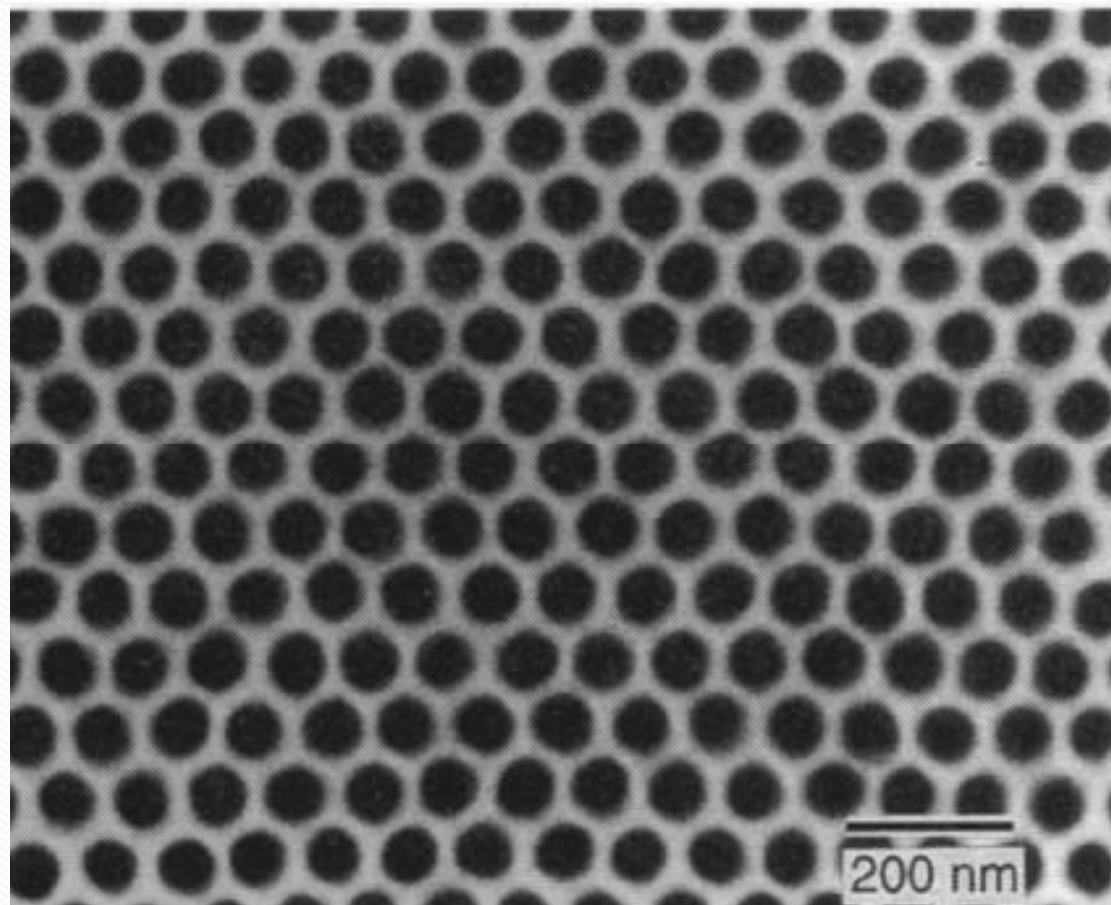
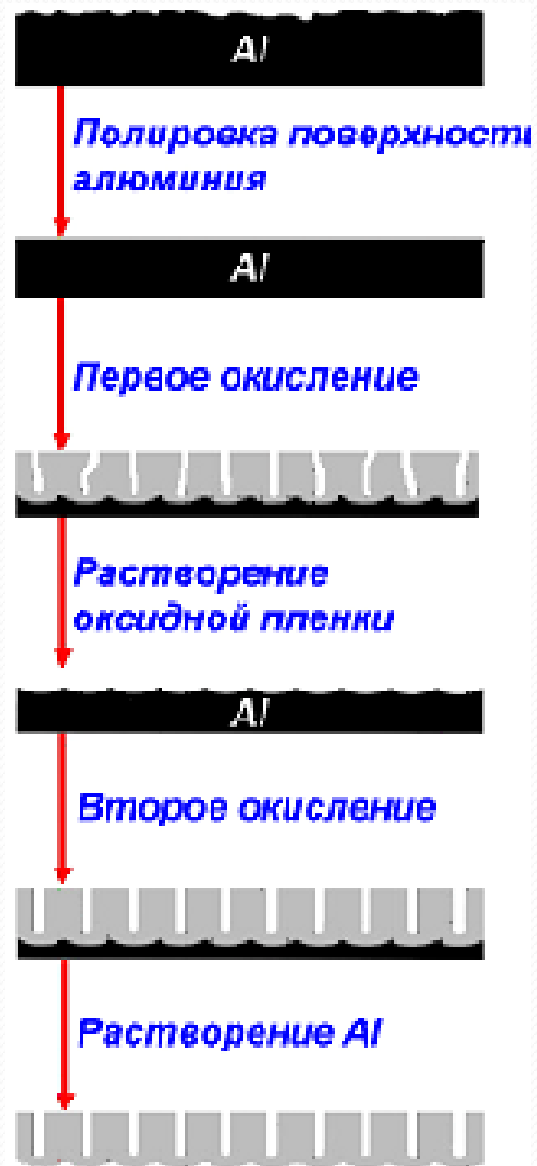
## Методика синтеза I



Неупорядоченные поры



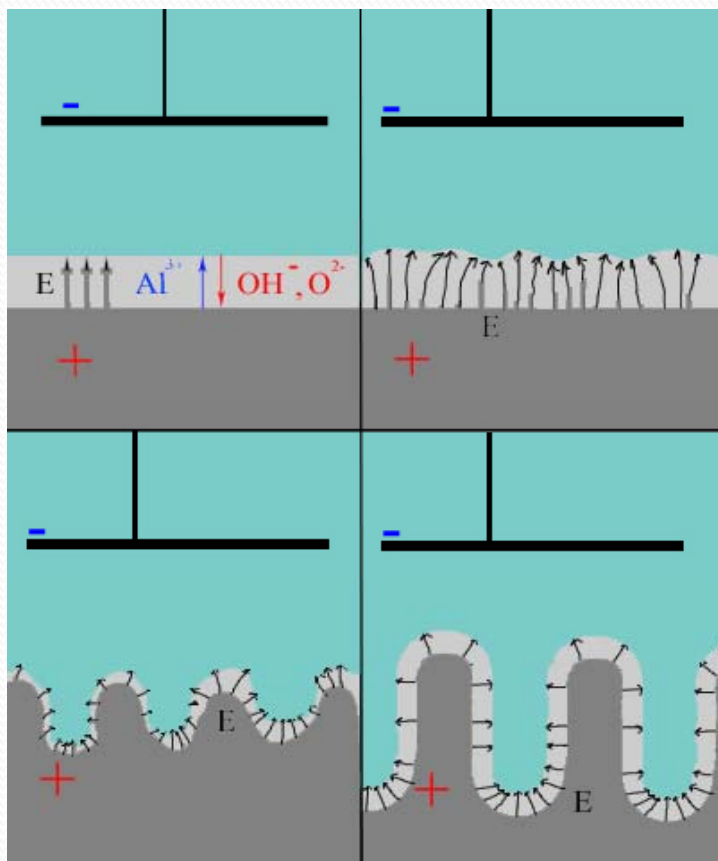
## Методика синтеза II



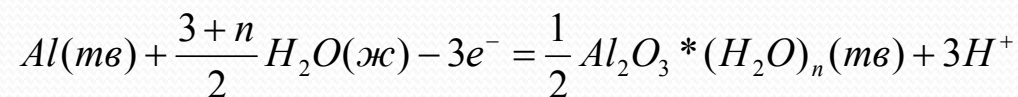
Упорядоченные поры

# Механизм формирования I

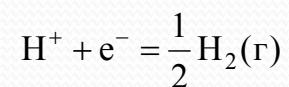
**Рост мембран – это суперпозиция окисления металла и растворения оксида**



**Анод:**

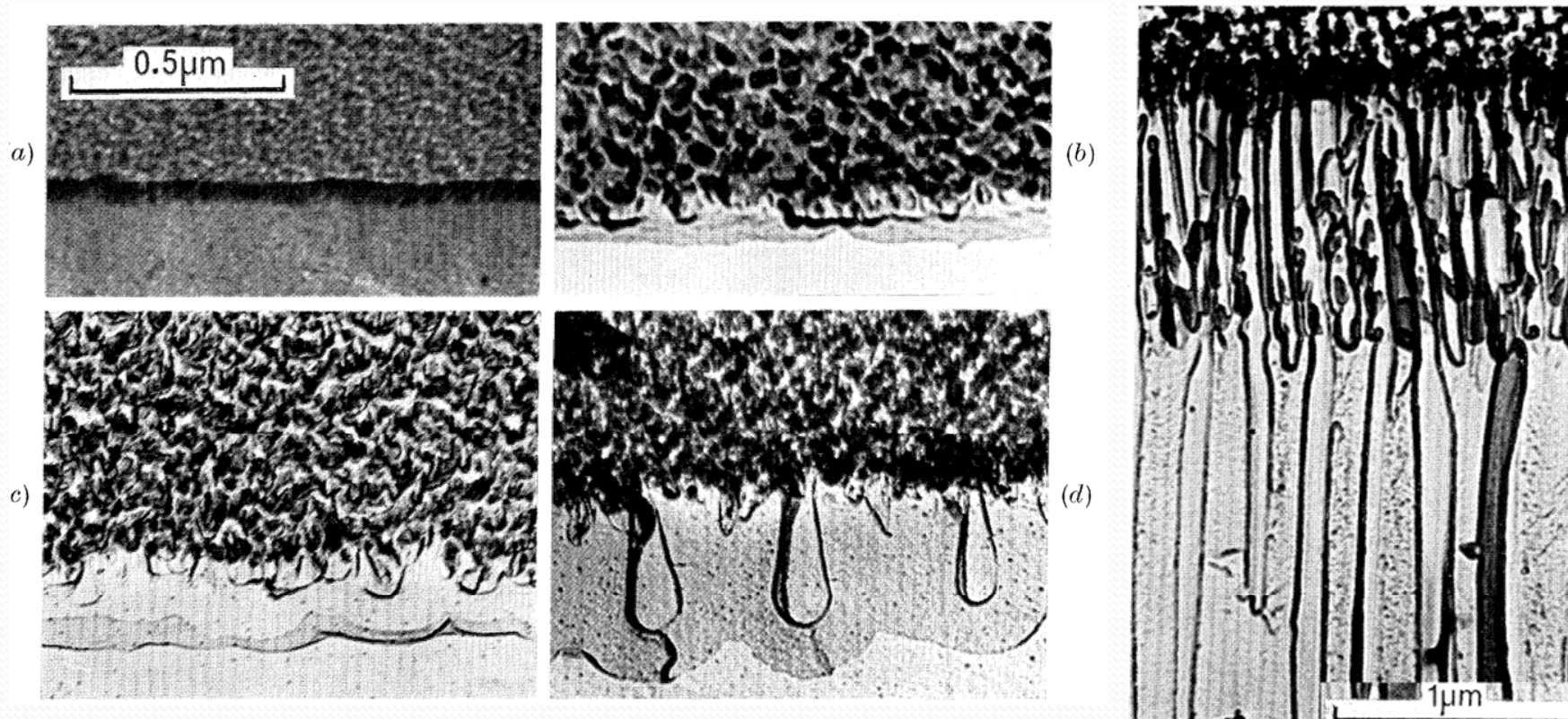


**Катод:**



## Механизм формирования II

В процессе роста поры отталкиваются и перемещаются

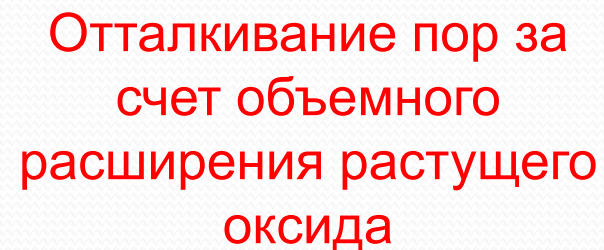


Рост пор

Скачок напряжения

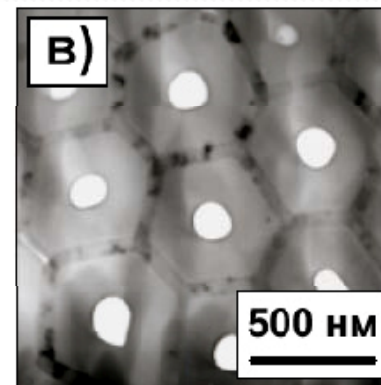
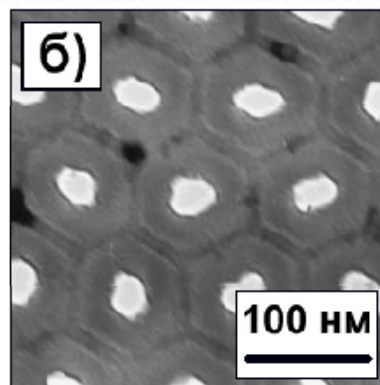
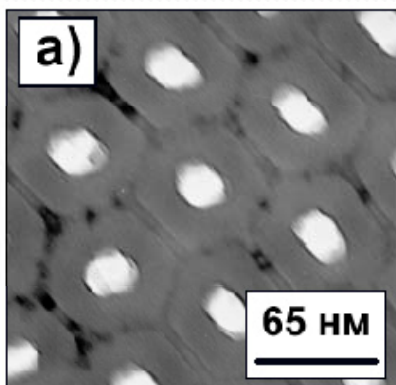


## Упорядочение – модель механических напряжений

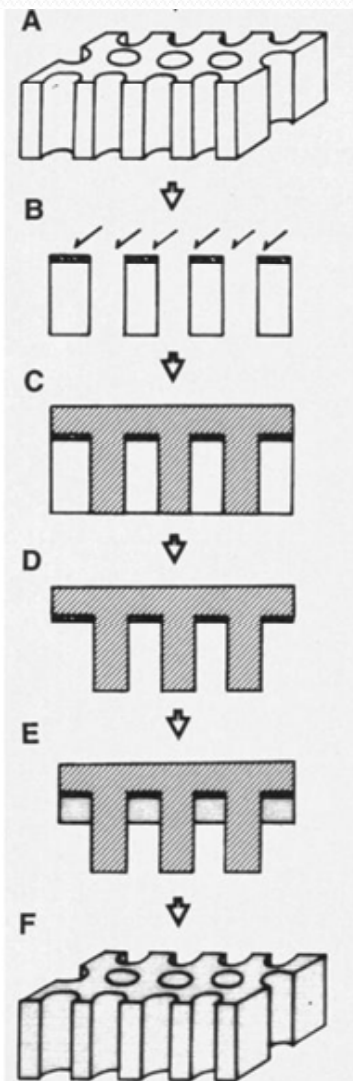


## Контроль диаметра пор. Правило 10% пористости

Электролит	Напряжение	Расстояние между порами $D_{int}$ , нм	Диаметр пор, нм	Пористость $P$ , %
а) 0,3 $H_2SO_4$	25	66	24	12
б) 0,3 $(COOH)_2$	40	105	31	8
в) 0,1 $H_3PO_4$	195	500	158.4	9

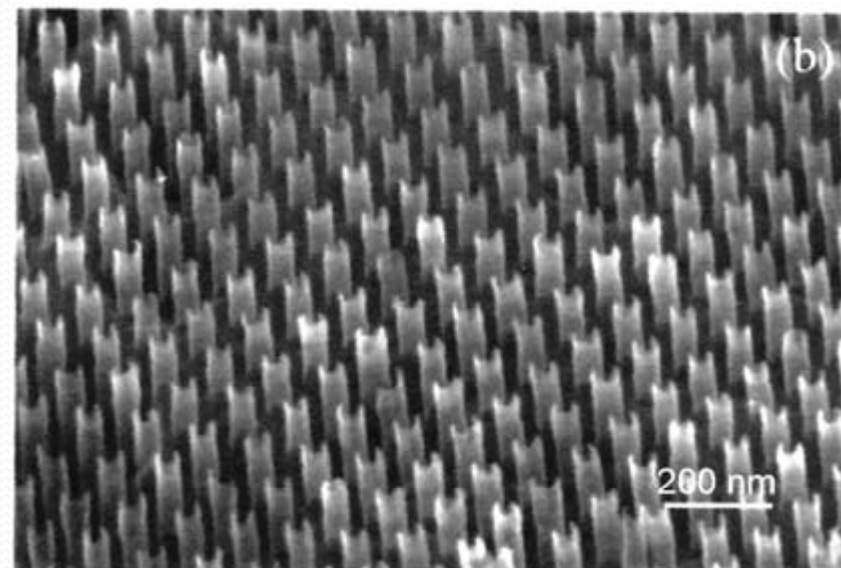
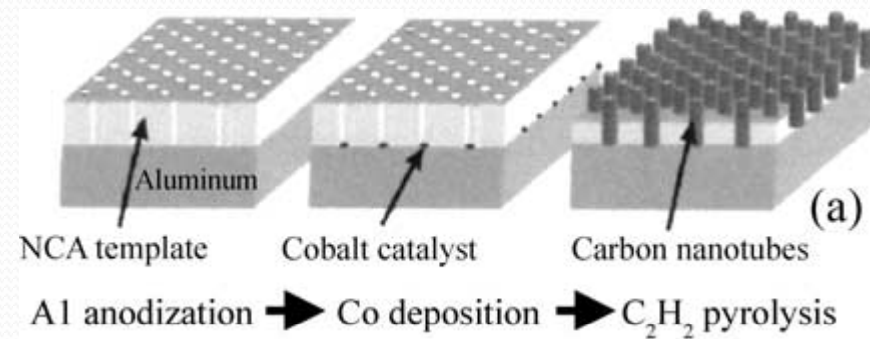
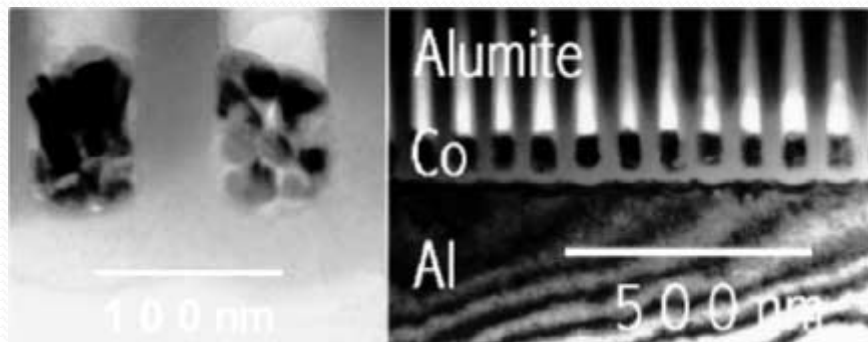


## Матрицы для темплатного синтеза I



Золотая пленка:  
слева – пористая,  
справа – обычный лист

## Матрицы для темплатного синтеза II



Электроосаждение  
в поры мембран

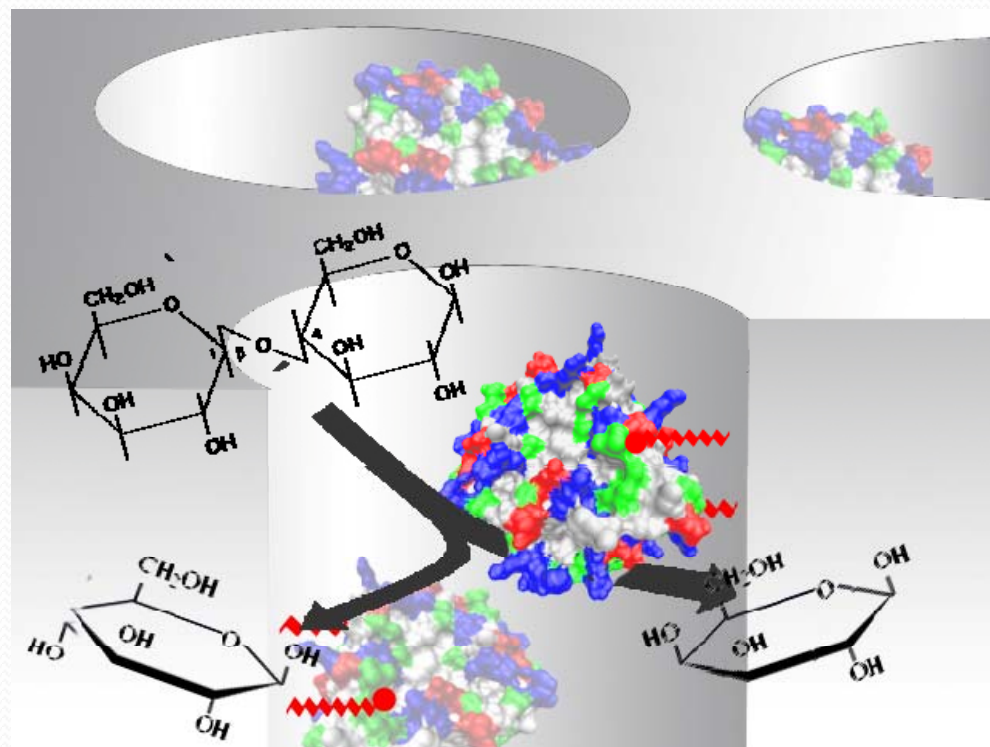


# Носитель для катализаторов: биокатализ

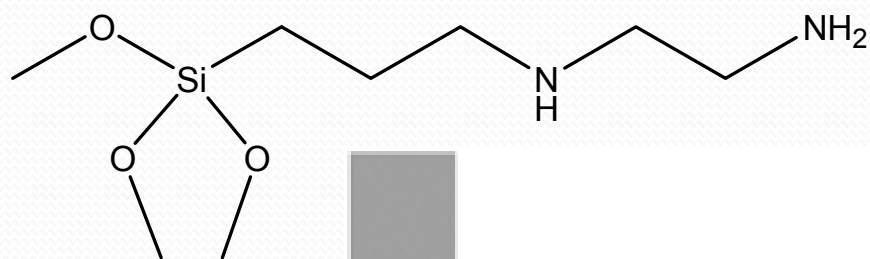
## Особенности ферментативного катализа:

- + значительная эффективность
- + узкая специфичность
- + обладает высокой активностью при комнатной и близким к ней температурам
- неэффективность реального применения в случае гомогенного катализа (**ДОРОГО!!!+загрязнение продукта белком**)

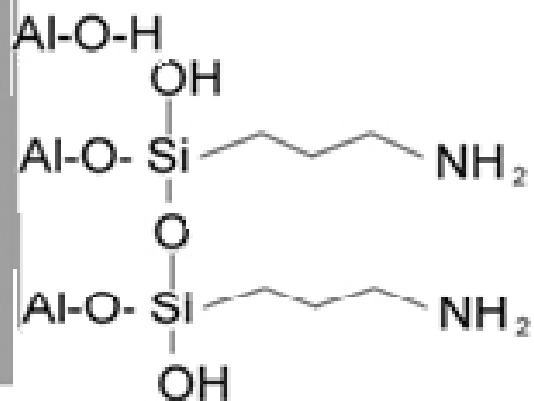
**Выход – иммобилизация**  
(связывание белка с носителем-матрицей)



# Модификация поверхности

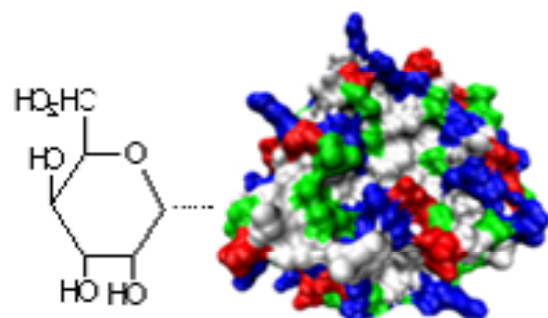


N-[3-(триметоксисилил)пропил]-этилен  
диамин

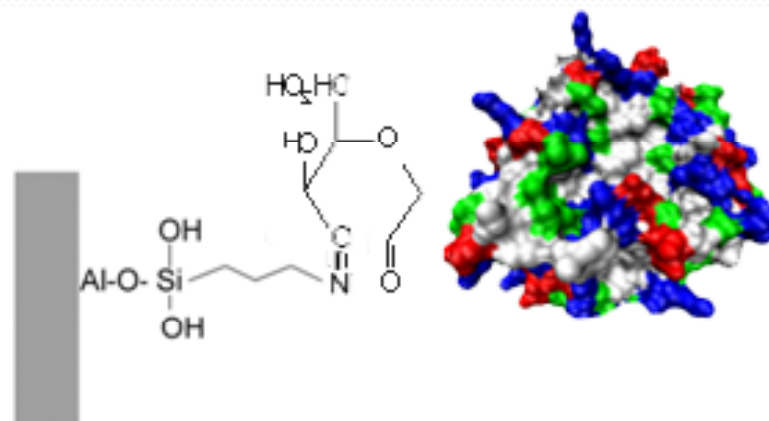
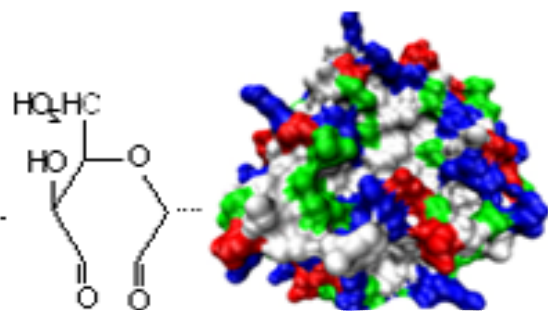


# Иммобилизация

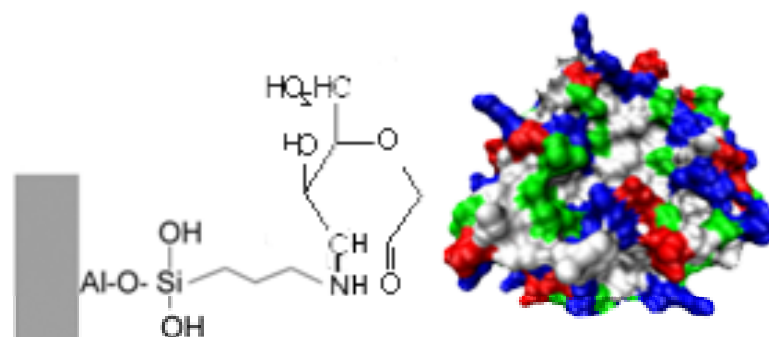
## Модифицированный метод Наканэ



$\text{NaIO}_4$



$\text{NaBH}_4$



## Иммобилизация

- + Высокая эффективность катализа за счет экспозиции белка на поверхности поры
- + Достаточно высокая стабильность полученных КОМПОЗИТОВ