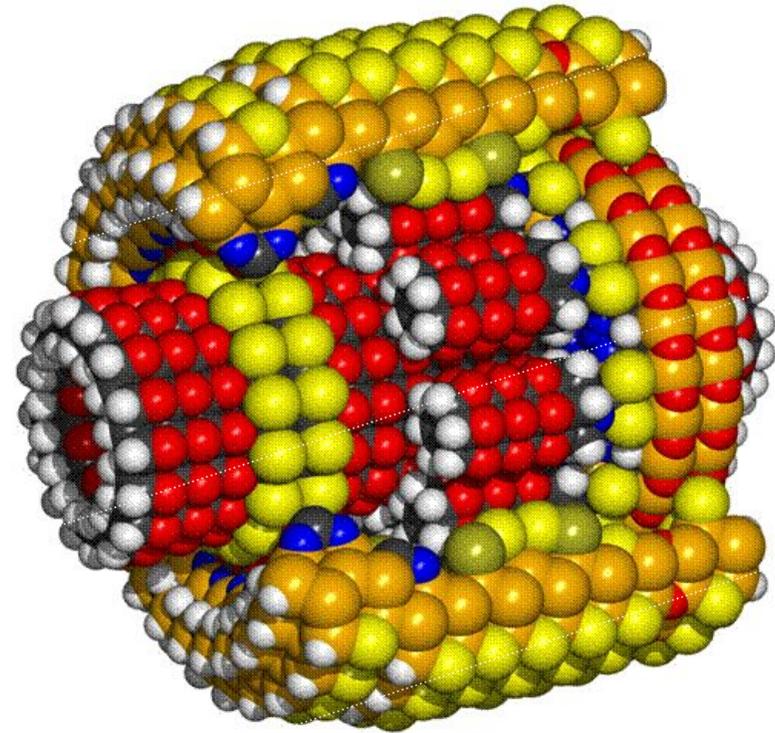


Наноэлектромеханические системы.  
Резонаторы на основе кантиливеров и мембран для НЭМС

Выполнил студент группы 21414,  
Печорин В.С

# Что такое НЭМС

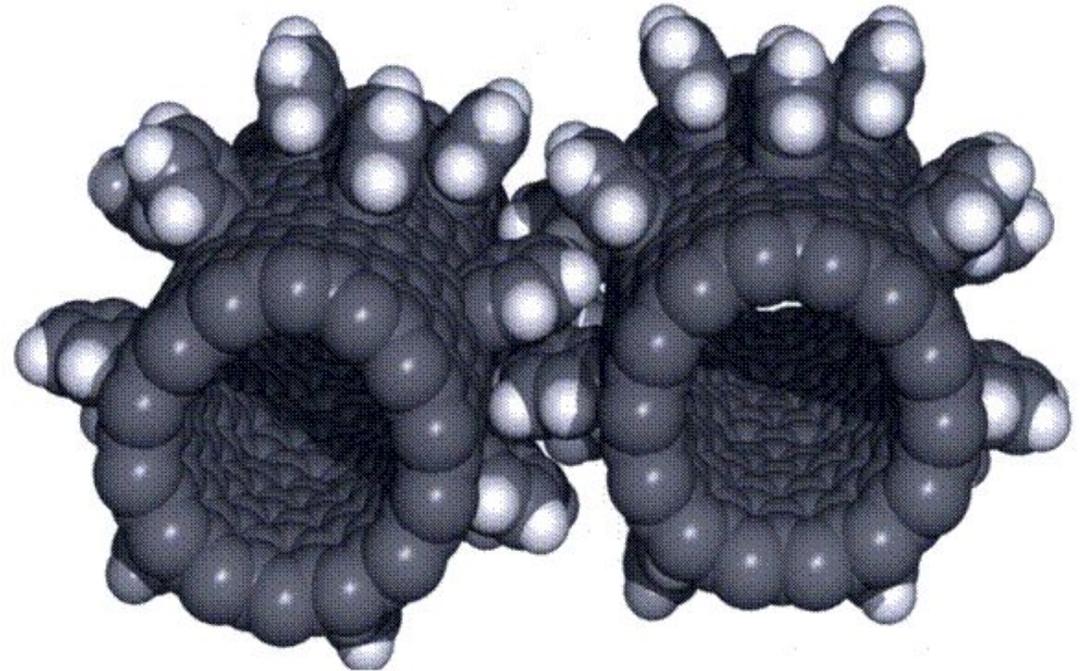
- НЭМС – наноэлектромеханические системы.
- Одна из основных тенденций развития современной техники - миниатюризация



*Рис.1. Молекулярный редуктор. Институт молекулярной сборки. CIHA, [www.imm.org](http://www.imm.org).*

# Основные тенденции развития НЭМС

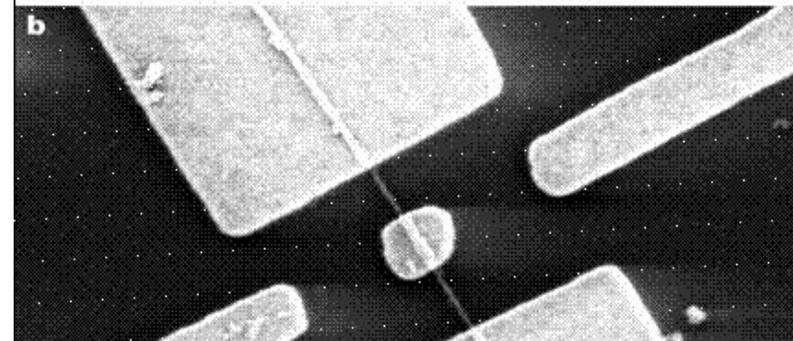
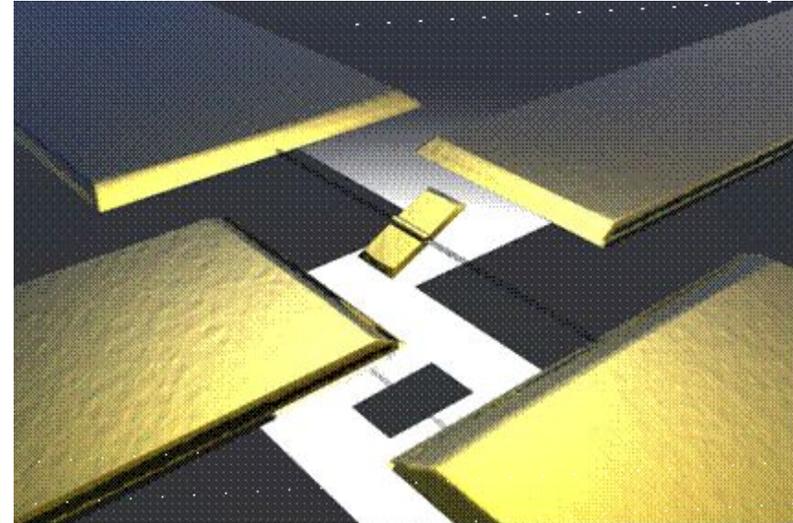
- Уменьшение размера существующих микроэлектромеханических систем
- Разработка принципиально новых молекулярных двигателей и молекулярных электромеханических устройств.



*Рис.2. Соединение «наношестеренок» на основе углеродных нанотрубок.  
<http://www.ipt.arc.nasa.gov/carbonnano.html>.*

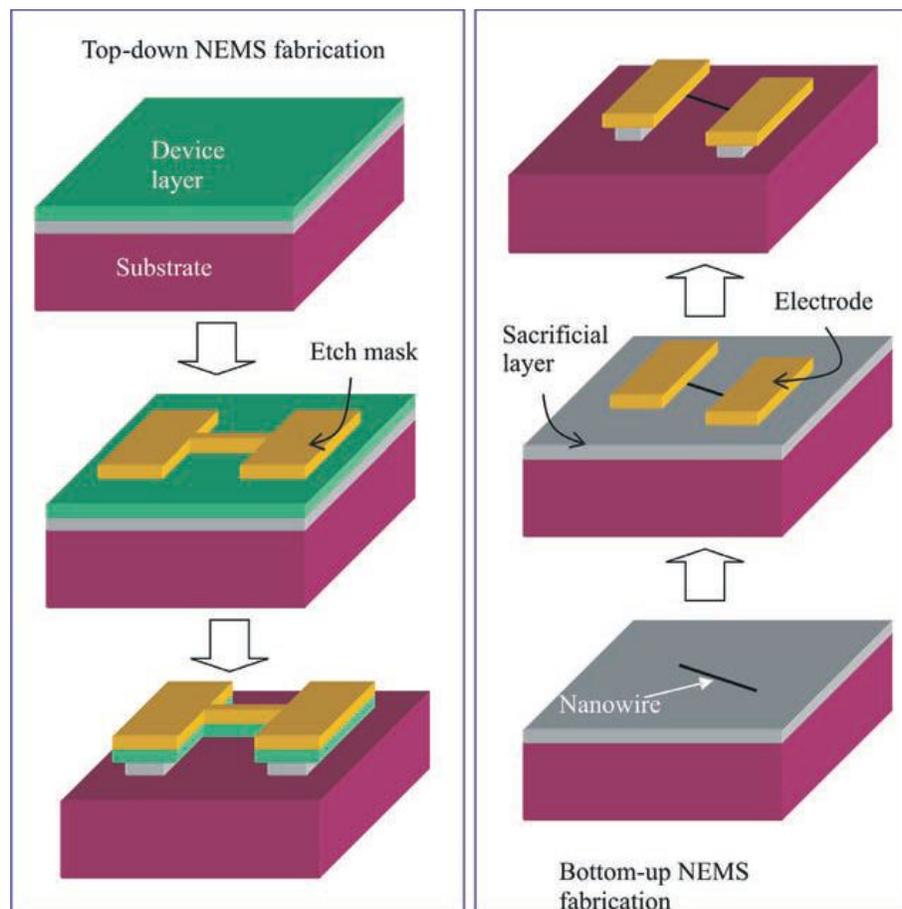
# Преимущества НЭМС

- Уже в настоящее время на основе НЭМС созданы нанорезонаторы с фундаментальной частотой колебаний выше 10 ГГц ( $10^{10}$  Гц), что еще не так давно казалось недостижимым. Такие резонаторы уже нашли применение в качестве кантилеверов сканирующей зондовой микроскопии, нановесов и наносенсоров биологических молекул и ДНК. Другим очевидным преимуществом НЭМС является их чрезвычайно низкое энергопотребление.

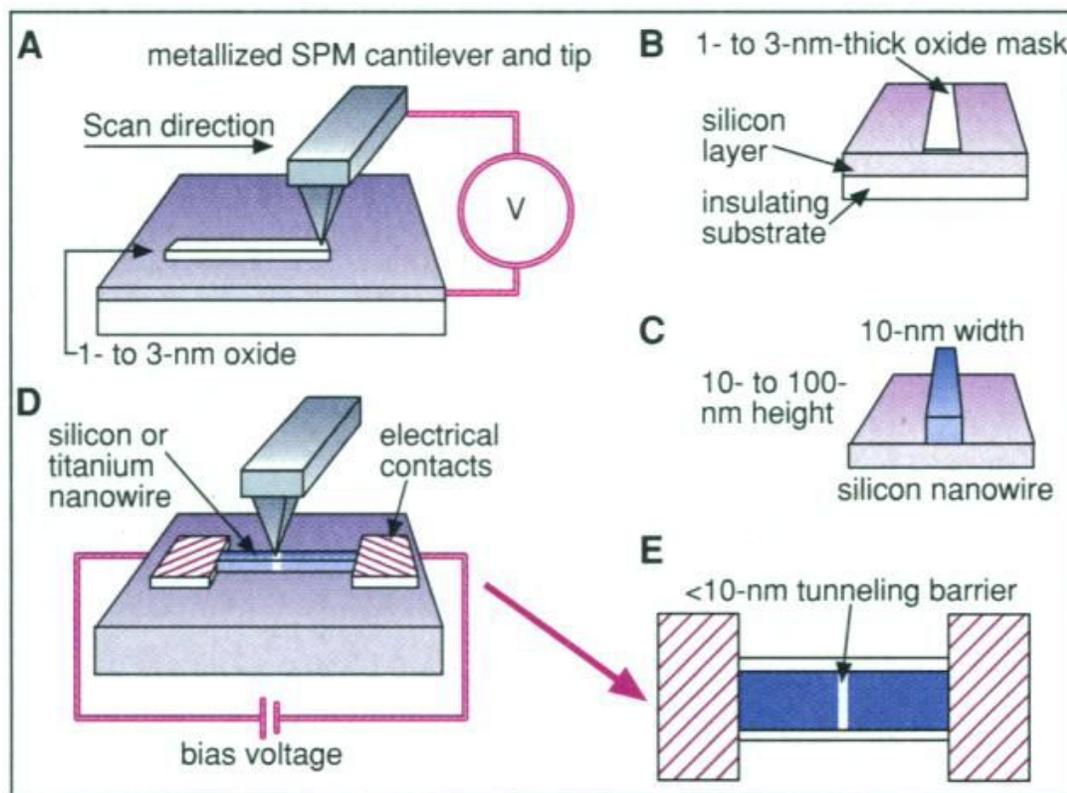


MEMS resonators are used in a wide range of applications, including timekeeping, sensing, and signal processing. They are characterized by their high frequency, low power consumption, and small size.

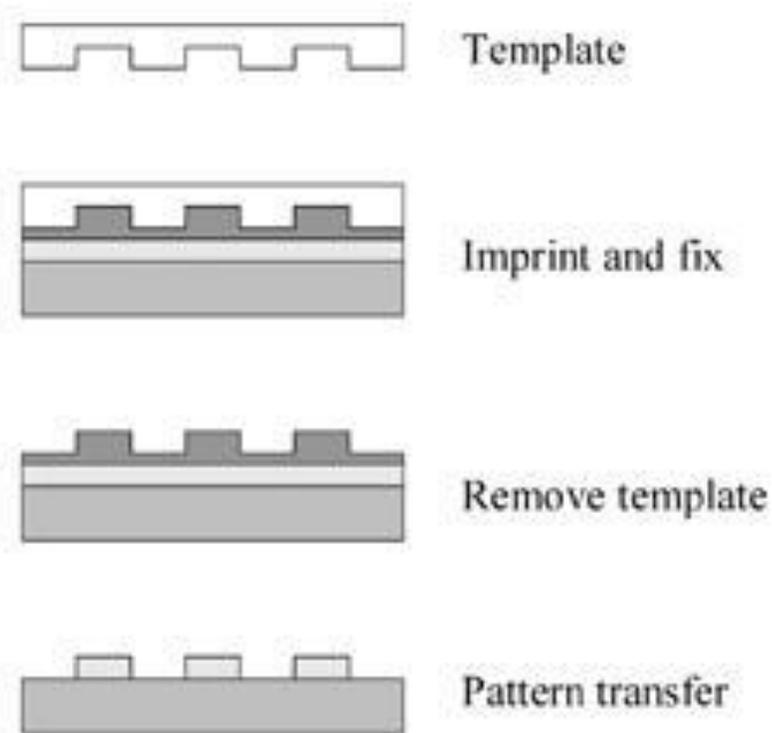
# Технологии создания НЭМС



# Технологии создания НЭМС

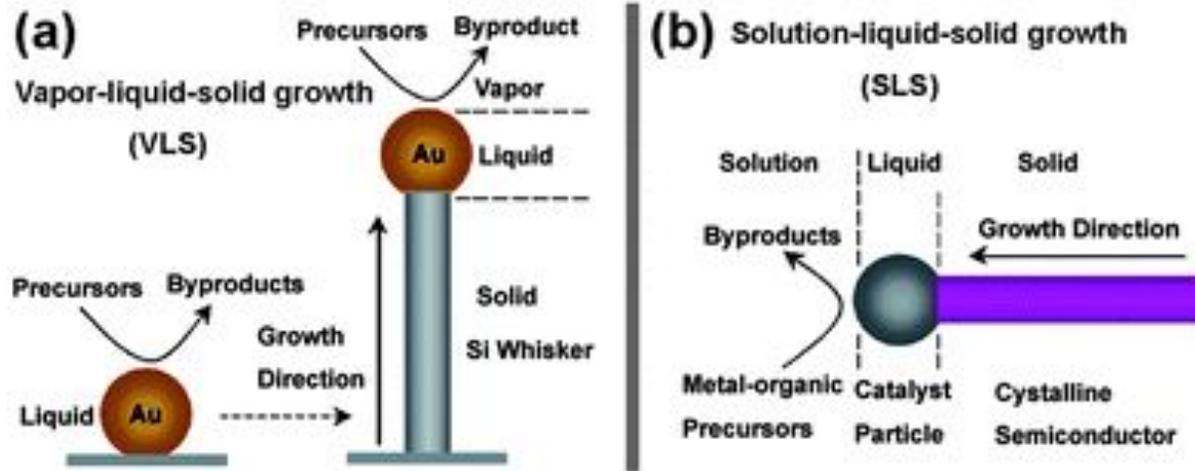


Зондовая литография

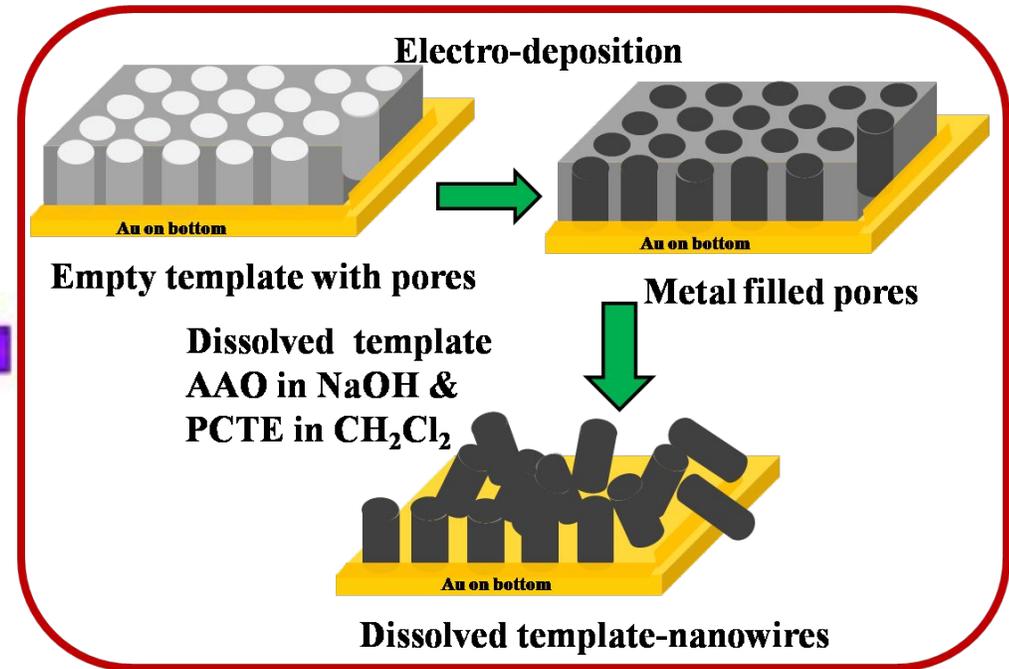


Нанопечатная литография

# Технологии создания НЭМС

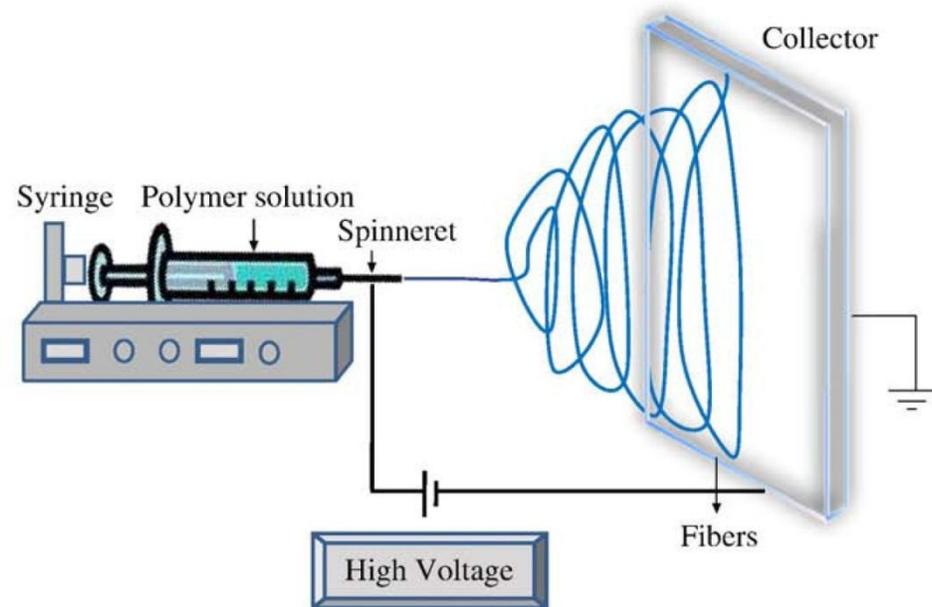


Каталитический рост нанонитей (VLS и SLS)



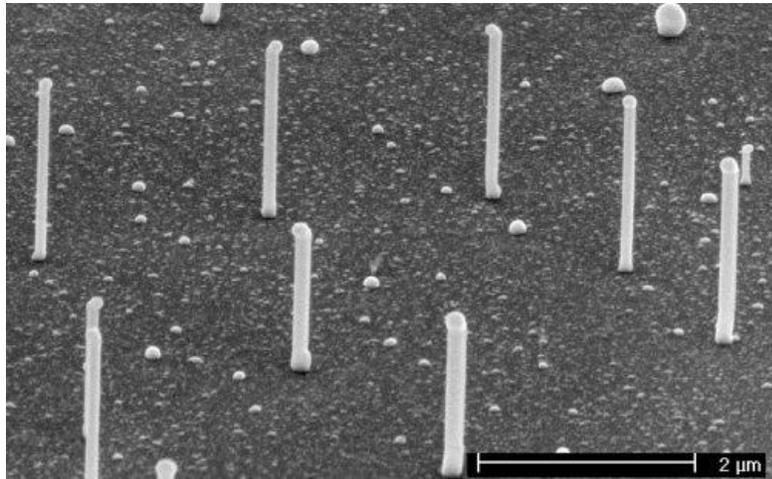
Темплатный метод

# Технологии создания НЭМС

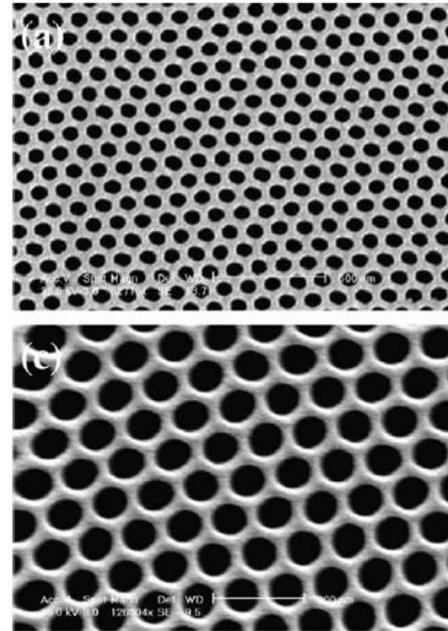


Электроспиннинг

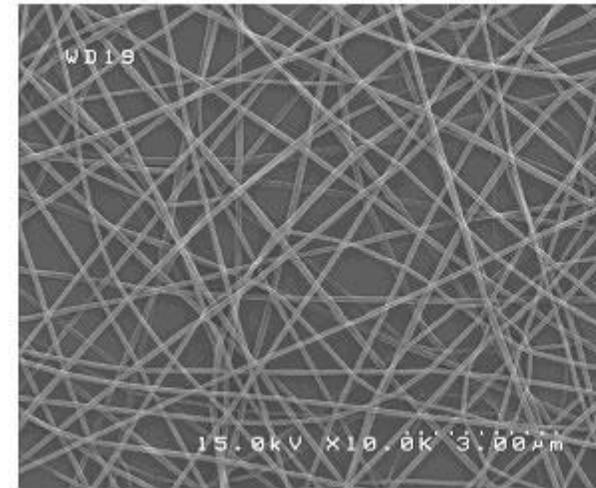
# Примеры результатов описанных методов



Нанонити InP,  
выращенные по  
механизму VLS



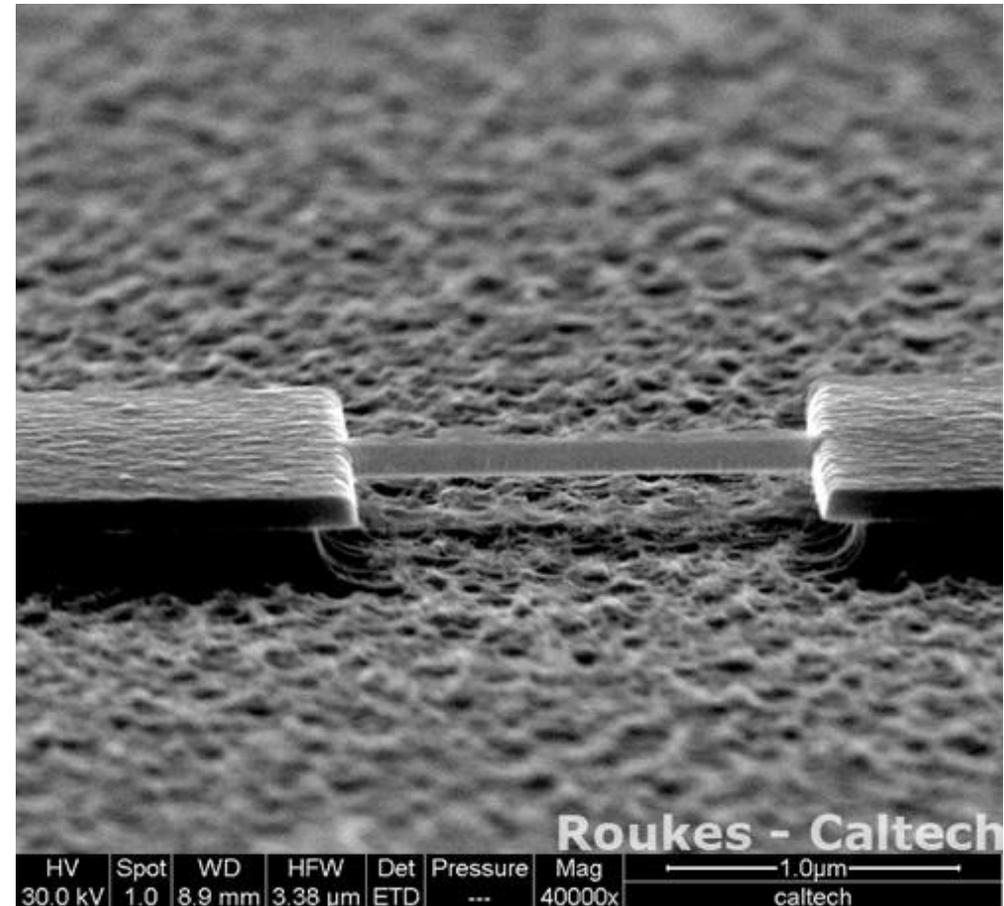
Мембраны  
нанопористого  
алюминия



Нанонити, полученные с  
помощью  
электроспиннинга

# Наномеханический резонатор

- НМР - преобразователь механических колебаний в электрические.
- Преобразователем колебаний в электрический сигнал послужил одноэлектронный транзистор.



*Наномеханический резонатор*