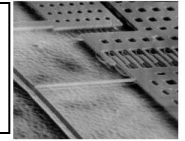




Санкт-Петербургский Государственный  
Технический Университет

Лаборатория  
Нано- и Микросистемной техники



# Микросистемная техника

## « Введение в МЭМС ».

Часть II

Е.Н.Пятышев

М.С.Лурье

Ю.Д.Акульшин

Санкт-Петербург СПбГПУ

# РАЗВИТИЕ МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ

## МИРОВОЙ УРОВЕНЬ



**Датчики  
давления**

**Более 500 млн /год**

**BMW 740i - более 70 МЭМС  
датчиков**

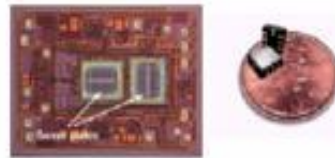
### Микротурбогенератор

Перспектива:  
замена батарей  
питания



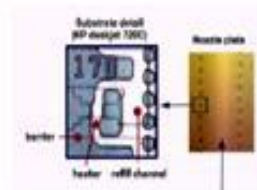
2,2 млн оборотов / мин  
60 Вт

### Акселерометры



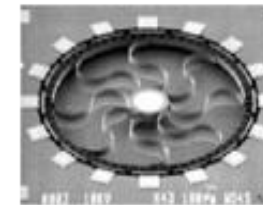
**Более 90 млн /месяц**

### Сопловые устройства струйных принтеров



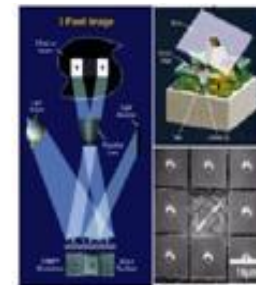
**Более 500 млн /год**

### Гироскопы



**Более 100 млн /год**

### Цифровое микрозеркальное устройство фирмы TI



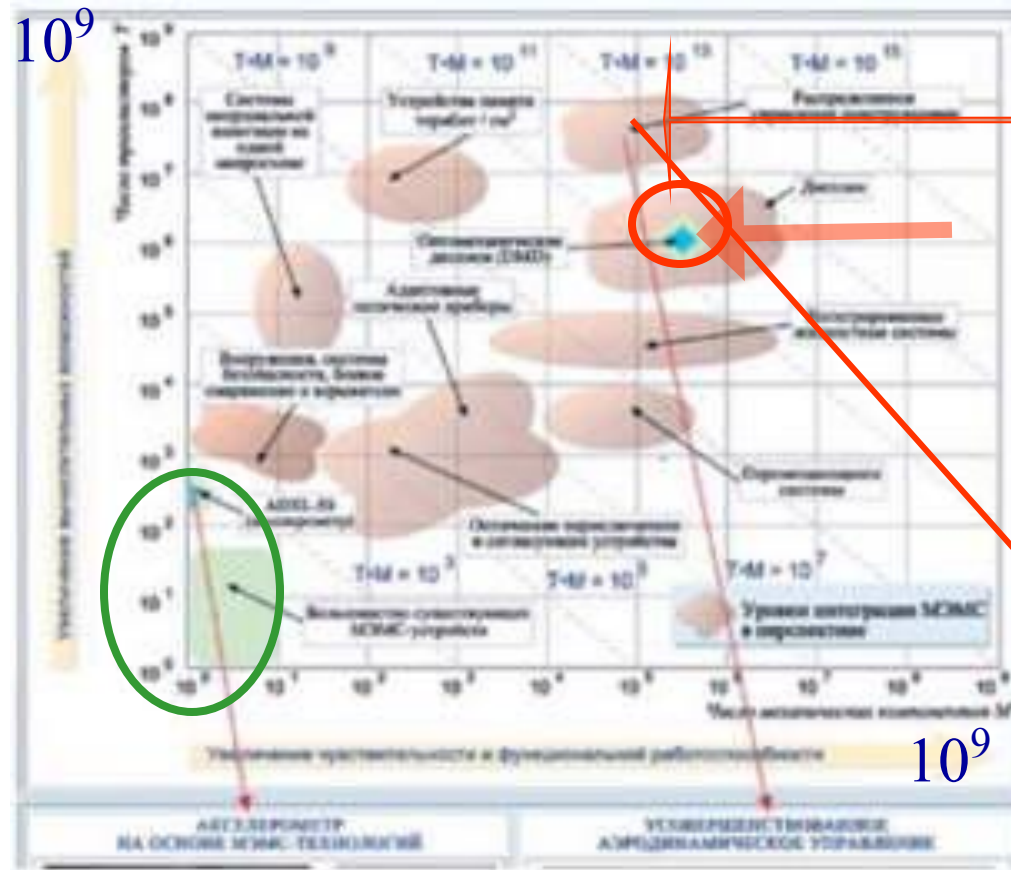
Более 1 млн  
микрозеркал

**Более 0,50 млн /год**

# РАЗВИТИЕ МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ

## Уровень и прогноз

Число транзисторов, T



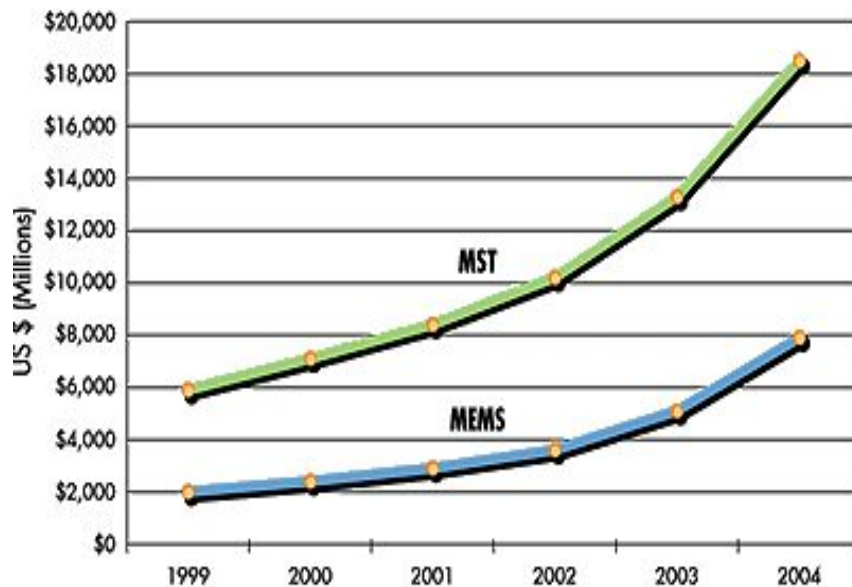
$M=10^4 \dots 10^6$   
 $T=10^7 \dots 10^8$

Рост числа  
элементов –  
новое качество

Распределенные  
системы

Число механических компонентов, M

# РАЗВИТИЕ МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ



## Мировой уровень продаж 2004 год

Микросистемная техника

18 млрд долларов

Микроэлектромеханические системы

6 млрд долларов

## Распределение продаж по отраслям

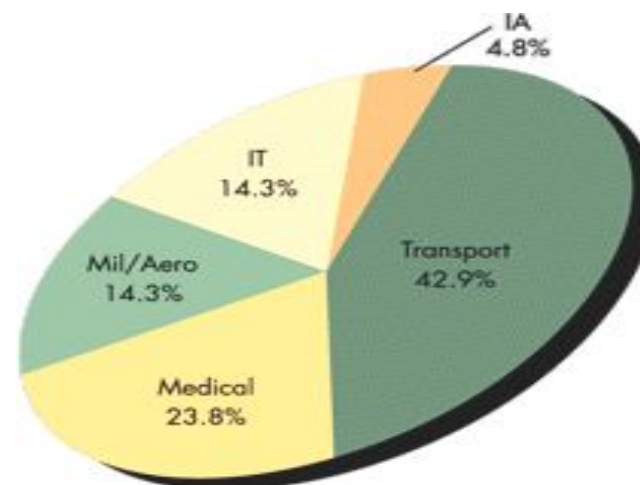
Транспорт 42,9%

Медицина 23,8%

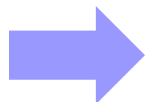
Военная техника 14,3%

Информационные технологии 14,3%

Промышленная автоматизация 4,8%



МЭМС



МОЭМС  
MOEMS



МЭМС –  
флюидика  
Microfluidics



Био-МЭМС  
Bio-MEMS



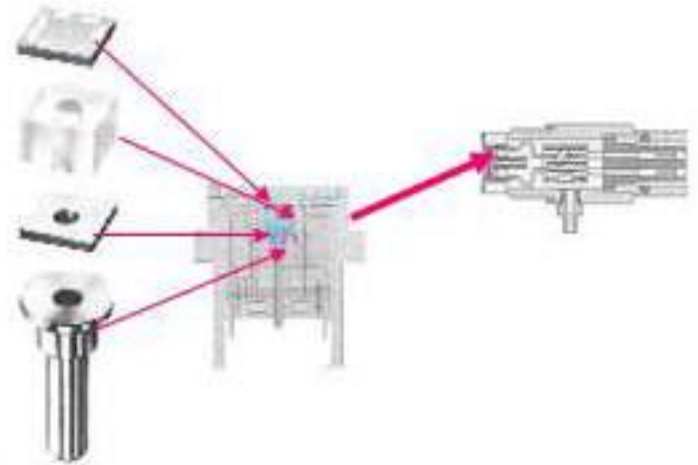
МЭМС –  
источники энергии  
Power MEMS



ВЧ МЭМС  
RF MEMS

# МИКРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ

Датчик промышленного стандарта



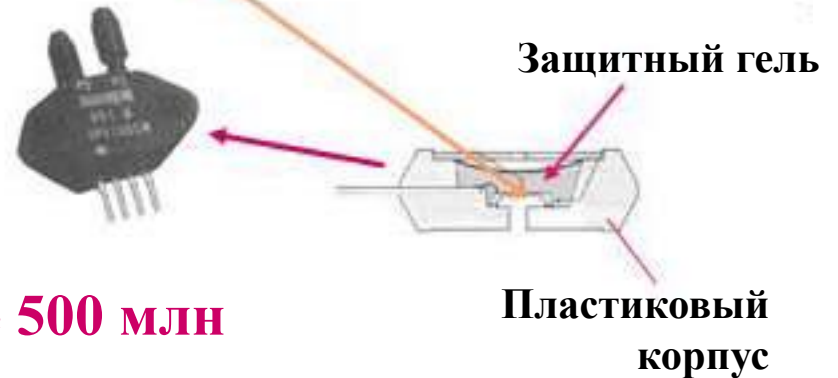
Кремниевый чип  
(монокристалл)

Тензорезисторы

Стекло-  
основание

Мембрана

Автомобильный датчик



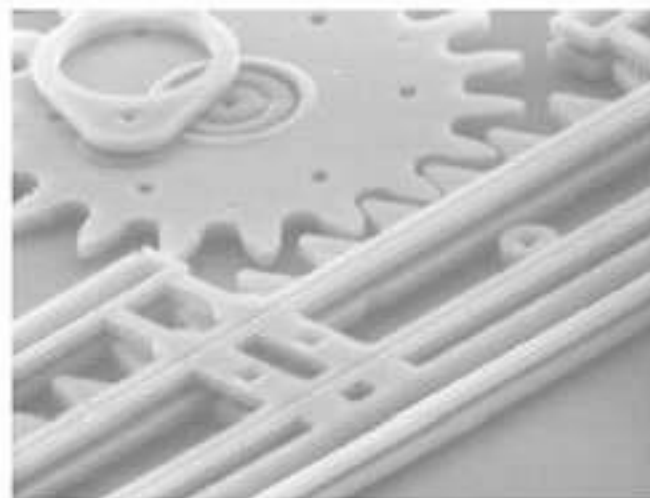
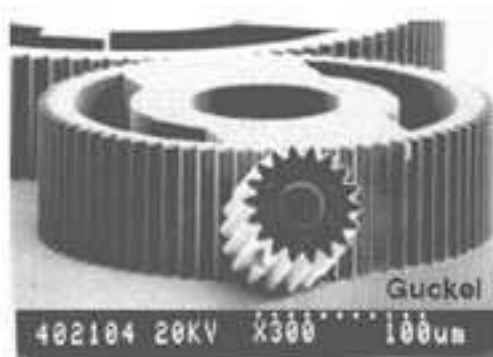
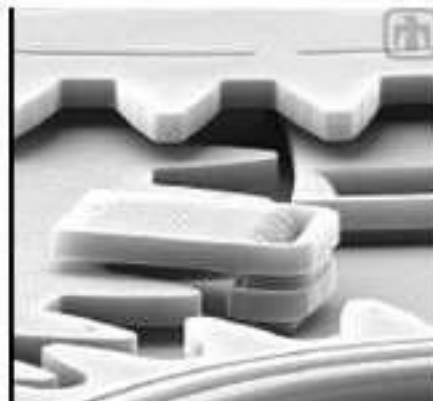
Защитный гель

Пластиковый корпус

Годовой выпуск более 500 млн

# МЭМС

## Элементы зубчатых зацеплений



*Sandia National Labs*