

# ОБЛАДНАННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ МІКРО- І НАНОЕЛЕКТРОНІКИ

Викладач: д.т.н., професор Критська Тетяна Володимирівна

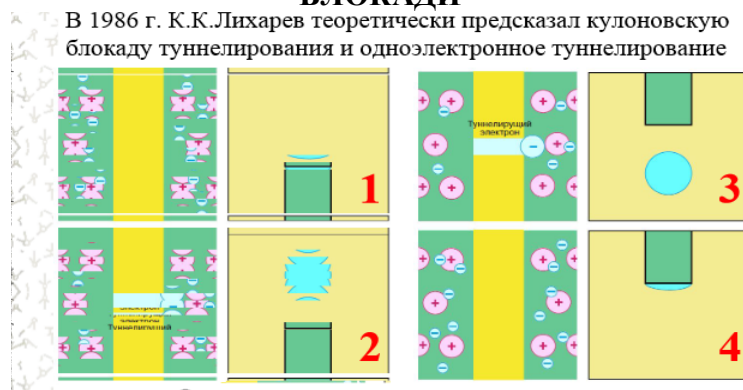
**Метою** дисципліни «Обладнання і технології мікро- і наноелектроніки» є ознайомлення із сучасними технологіями та обладнанням щодо виробництва інтегральних мікросхем (ІМС) та виробів наноелектроніки.

По завершенню навчання по даній дисципліні, студенти повинні:

**Знати:**

- перелік і послідовність етапів технології виготовлення ІМС та виробів наноелектроніки;
- вимоги до чистоти виробничих приміщень та їх класифікацію;
- види основного обладнання щодо одержання та вимірювання характеристик якісних параметрів ІМС і виробів наноелектроніки.

## КВАНТОВІ ЕФЕКТИ ОДНОЕЛЕКТРОННЕ ТУНЕЛЮВАННЯ В УМОВАХ КУЛОНІВСЬКОЇ БЛОКАДИ



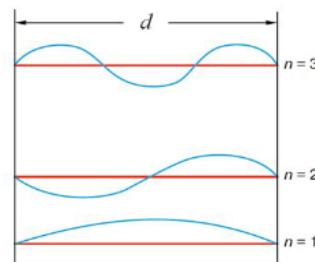
## КВАНТОВЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

**Постулат Бора:** электрону с импульсом  $p_n$  в потенциальной яме шириной  $d$  разрешены траектории, описываемые соотношением:  $p_n d = \pi \hbar n$

Квантуемая энергия:

$$E_n = \frac{p_n^2}{2m} = \frac{\pi^2 \hbar^2 n^2}{2md^2}$$

Для ширины ямы 5 нм  $E_1 = 0.2$  эВ  
(для эффективной массы электрона  $10^{-28}$  г)

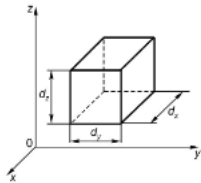


Волновые функции и уровни энергии частицы, находящейся в бесконечно глубокой потенциальной яме. Показаны три нижних энергетических уровня (красный цвет) и три волновые функции

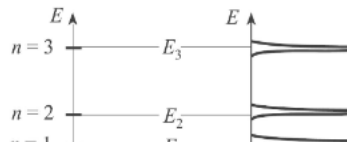
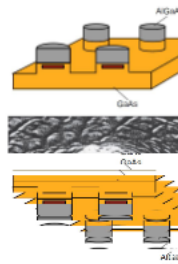
# КВАНТОВОРАЗМЕРНЫЕ ОБЪЕКТЫ

**Квантовая точка (искусственный атом)** — нуль-мерный (0D) объект. Ширина запр.зоны GaAs для массивного  $E_3=1,52$  эВ, КТ (933 атомов) -  $E_3=2,8$  эВ, КТ(465 атомов) -  $E_3=3,2$  эВ

$$E_{lmn} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m^*} \cdot \frac{l^2}{d_x^2} + \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m^*} \cdot \frac{m^2}{d_y^2} + \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m^*} \cdot \frac{n^2}{d_z^2}$$



КВАНТОВАЯ  
ТОЧКА  
(0D)



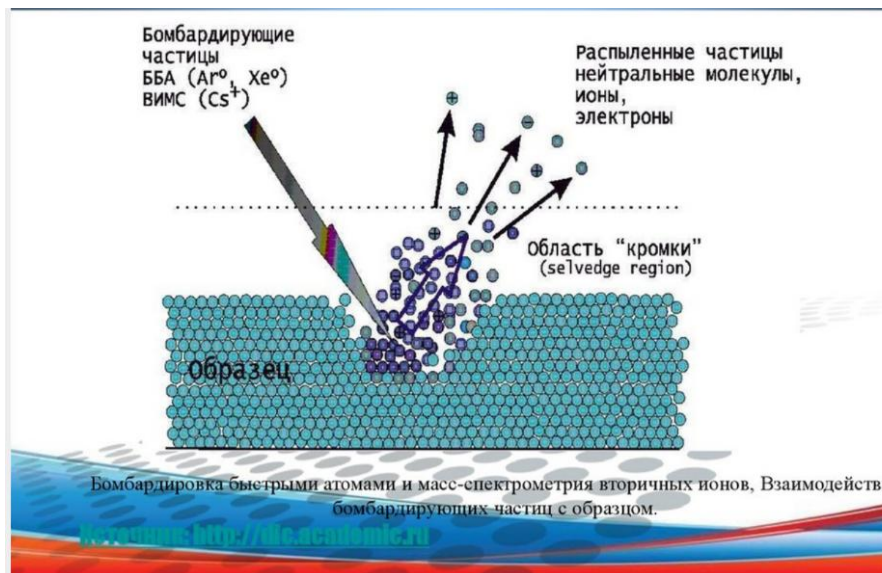
ИМТУ имени Н.Э.Баумана, кафедра МЭС, ИТ «Электронные технологии в машиностроении»



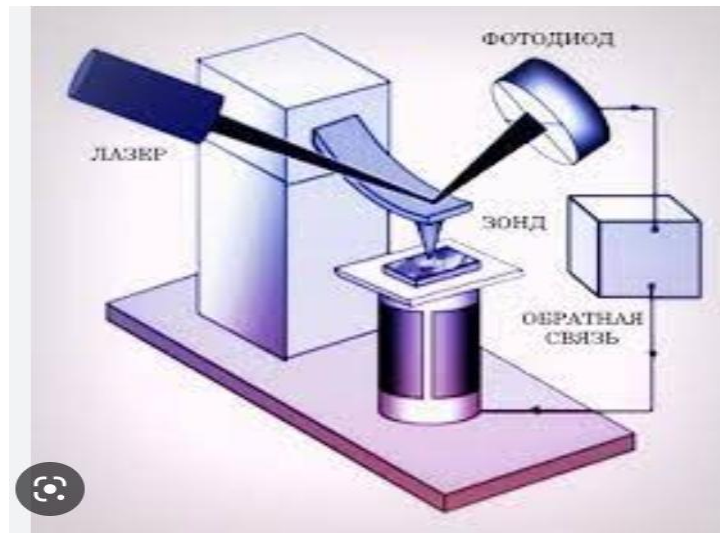
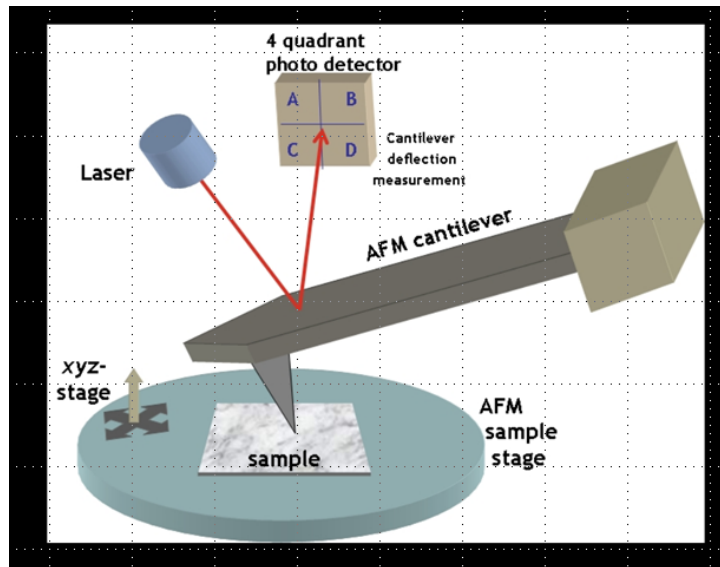
Оже спектрометр  
PHI-660  
сканирующий  
(Perkin-Elmer)

<http://nano.yar.ru/>

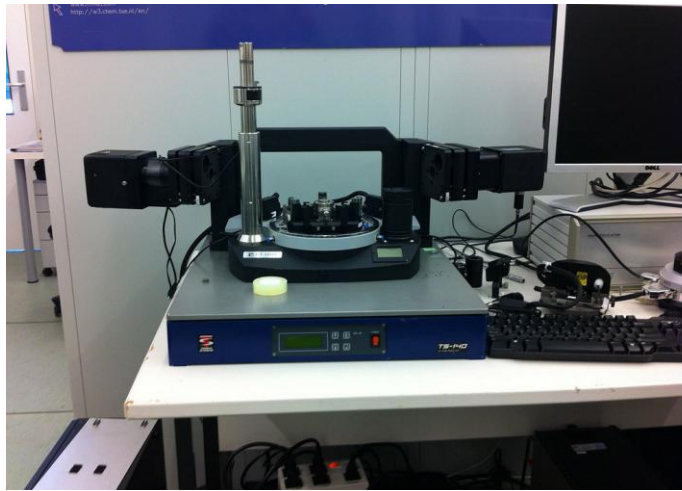
**МАССПЕКТРОМЕТР ВТОРИННЫХ ИОНОВ. Принцип дії**



ТИПОВА СХЕМА АТОМНО-СИЛОВОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ



**АТОМНО-СИЛОВИЙ МІКРОСКОП**



Многофункциональный сверхвысоковакуумный нанотехнологический комплекс  
НАНОФАБ НТК-9  
(ЗАО "Нанотехнологии МДТ" г. Зеленоград)



***Вміти:***

- оцінювати можливості використання матеріалів щодо конструкції певного СПП;
- порівнювати властивості напівпровідникових щодо використання у конструкціях різних класів СПП;
- здійснювати вибір основного обладнання (механічної обробки монокристалів, дифузії та окислення, напилення, металізації); проводити аналіз розрахунки електронних компонентів функціональних вузлів та блоків, що входять до складу джерел живлення промислових озонаторів;
- орієнтуватись у режимах основних технологічних операцій з одержання СПП різних класів