

2005

*SPM - центру 5 лет*



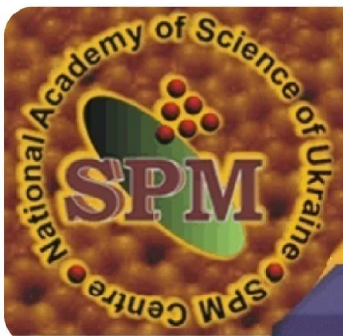
2010

*Приглашаем к сотрудничеству*

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ  
Институт металлофизики им. Г.В.Курдюмова  
Центр сканирующей зондовой микроскопии  
(SPM-Центр)



КИЕВ - 2010



## ЦЕНТР СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ

### История создания SPM - центра

Центр сканирующей зондовой микроскопии ([www.spm.kiev.ua](http://www.spm.kiev.ua)) создан в 2005 году в структуре Технического центра НАН Украины с целью наиболее рационального использования уникального оборудования - JSPM 4610 (фирма "JEOL", Япония).

Работа центра направлена на исследование морфологии и свойств поверхности различных материалов. SPM-центр проводит исследования методами сканирующей туннельной микроскопии (СТМ), сканирующей атомно-силовой микроскопии (АСМ), туннельной (ТС) и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС), которые позволяют получать информацию о распределении плотности электронных состояний, работы выхода электронов, вольт-амперных характеристиках, морфологии поверхности и т.д. В SPM-центре также проводится компьютерное моделирование электронной структуры соединений с помощью квантово-механических расчетов в кластерном и зонном ЛМТО-приближениях.

В настоящее время SPM-центр входит в состав Института металлофизики им. Г.В.Курдюмова НАН Украины.



JSPM 4610



## Руководство SPM-центра и экспериментальная база

Коллектив SPM-центра возглавляет доктор физ.-мат. наук Владимир Леонидович Карбовский.

*Контактные телефоны:*

раб.:(044) 4242044, моб.: 067 2714840,

e-mail: [karb@imp.kiev.ua](mailto:karb@imp.kiev.ua).



**Руководитель  
SPM-центра -  
доктор  
физ.-мат. наук,  
Владимир  
Леонидович  
Карбовский**

### *Экспериментальная база*



**Туннельная микроскопия (JSPM 4610, фирма "JEOL", Япония):**

- высоковакуумная установка,
- атомное разрешение,
- вертикальное разрешение – 0.01 нм,
- диапазон температур 20 ÷ 1800 К.



**Атомно-силовая микроскопия:**

- высоковакуумная установка,
- атомное разрешение.



**Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия ("JEOL"):**

- рентгеновские источники Al  $K_{\alpha}$  и Mg  $K_{\alpha}$ .



**Оптический спектрофотометр Specol 1500:**

- измерение коэффициента пропускания и оптической плотности твердых тел и жидких проб,
- диапазон длин волн 190-1100 нм,
- спектральная ширина щели – 2 нм.



**Магнетронное напыление (ВУП-5):**

- ионное очищение и активация поверхностей перед напылением,
- высокий вакуум.



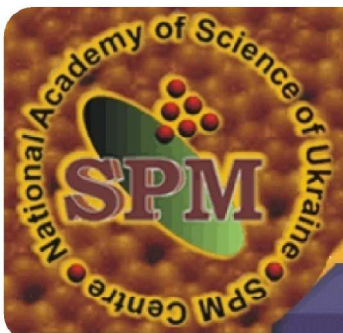
**Дериватограф (МOM):**

- диапазон температур от комнатной до 1500°C.







**Химлаборатория синтеза наноструктур.**





## ЦЕНТР СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ

### НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

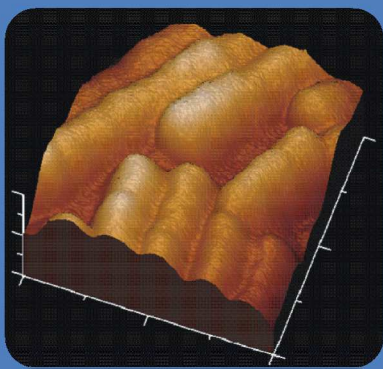
-  *Бионанотехнологии –  
нанообъекты на основе вирусов  
растений;*
  
-  *Апатитоведение – порошки,  
пленки, керамика, покрытия на  
основе апатитов и  
апатитоподобных соединений;*
  
-  *Атомно-чистые поверхности  
монокристаллов;*
  
-  *Металлические поверхности.*

**Некоторые изданные  
работы по данной  
тематике**

*В.Л. Карбівський, Н.О. Зуєва,  
В.Х.Касіяненко, Н.А.Курган,  
В.В.Вишняк, А.П.Шпак.*  
Поведінка вірусу тютюнової  
мозаїки на поверхнях золота  
та оксиду сілцію // Доповіді  
НАН України. — 2010. (in  
print).

*V.L. Karbivskyy, T.A. Korniyuk.*  
Application of UHV-AFM for  
investigation of structure of  
plant viruses and their  
interaction with Si(111)  
surface // Ukrainica  
Bioorganica Acta. — 2009. — 2.  
— P. 7-11.

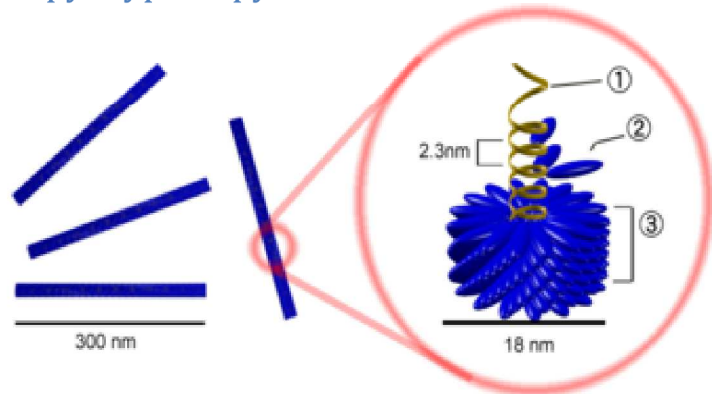
*А.П. Шпак, В.Л. Карбівський,  
Т.А. Корніюк.* Поведінка  
вірусів рослин та їх  
комплексів на поверхні  
монокристала Si (1 1 1).  
Доповіді НАН України. —  
2008. — №12. — С. 83 — 87.



**Вірус тютюнової мозаїки на  
поверхні Si – САСМ  
зображення**

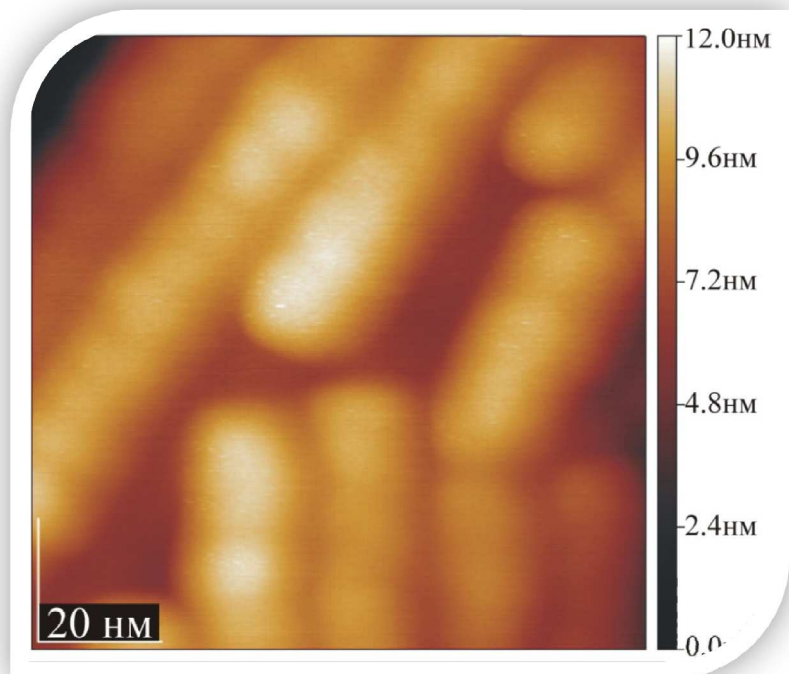
**БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ –  
нанообъекты на основе вирусов растений**

Структура вируса табачной мозаики:



**1 – РНК-геном вируса, 2 – капсомер, 3 – зрелый  
участок капсида**

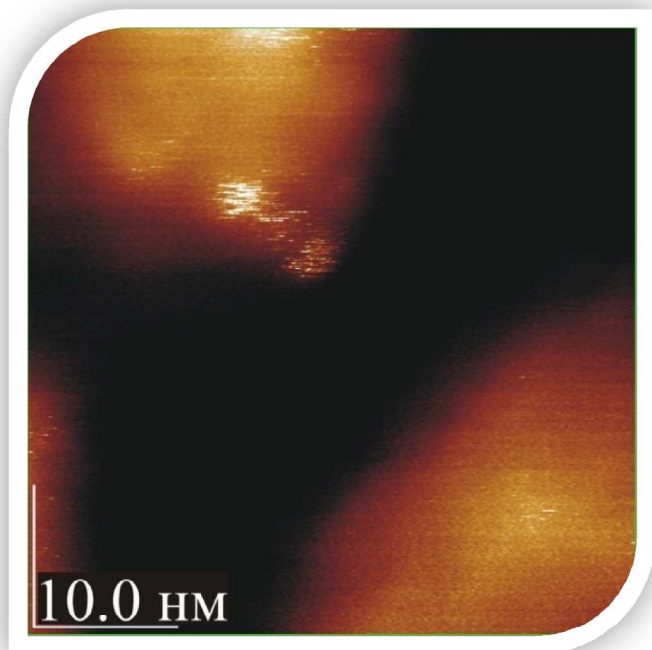
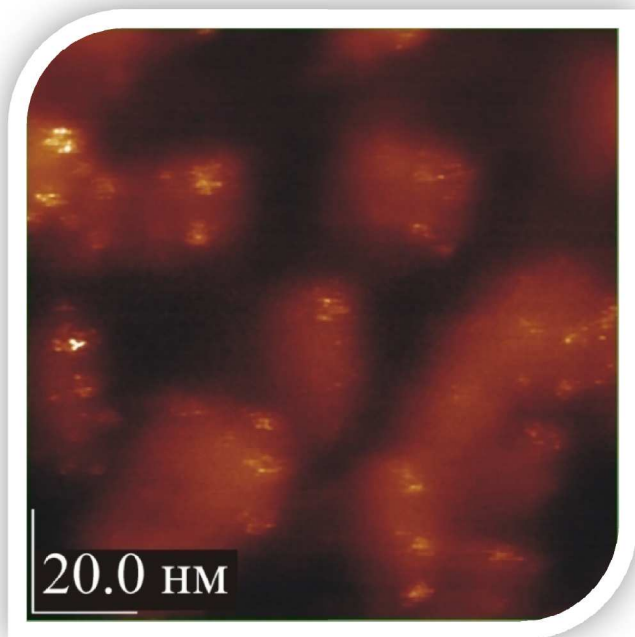
Исследовано поведение вируса табачной мозаики на поверхности Si(111), которое характеризуется образованием упорядоченных структур.



**САСМ зображення вірусу тютюнової мозаїки  
на поверхні Si**

## **БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ – нанообъекты на основе вирусов растений**

Данные САСМ комплексов антител и вирионов вируса мозаики люцерны (ВМЛ) показывают, что антитела специфически связываются на поверхности вирионов ВМЛ.



**САСМ изображения комплексов антител и вирионов  
вируса мозаики люцерны на поверхности Si(111)**

**Наличие антител  
препятствует  
агрегации  
вирионов**



## АПАТИТОВЕДЕНИЕ

### Некоторые изданные работы по данной тематике

*V.L. Karbovskii, A.P. Shpak.*

Апатиты и апатитоподобные соединения. Электронная структура и свойства. «Академперериодика», 2010. 382 с. (in print).

*V.L. Karbovskii, S.S. Smolyak, A.P. Shpak, Yu.A. Zagorodniy, V.H. Kasiyanenko.*

Electron structure of triple tetrahedral structures on the calcium hydroxyapatite basis // *Functional Materials*, 2010, 17, №2, С-151-157.

*V.L. Karbivskyy, A.P. Shpak, N.A. Kurgan, V.V. Vishnjak, O.P. Dimitriev,*

*V.H. Kasiyanenko.* Investigation of anharmonicity of vibration in the crystal lattice of the mixed composition apatites // *J. Functional Materials*, 2010, T. 17, №4. (in print).

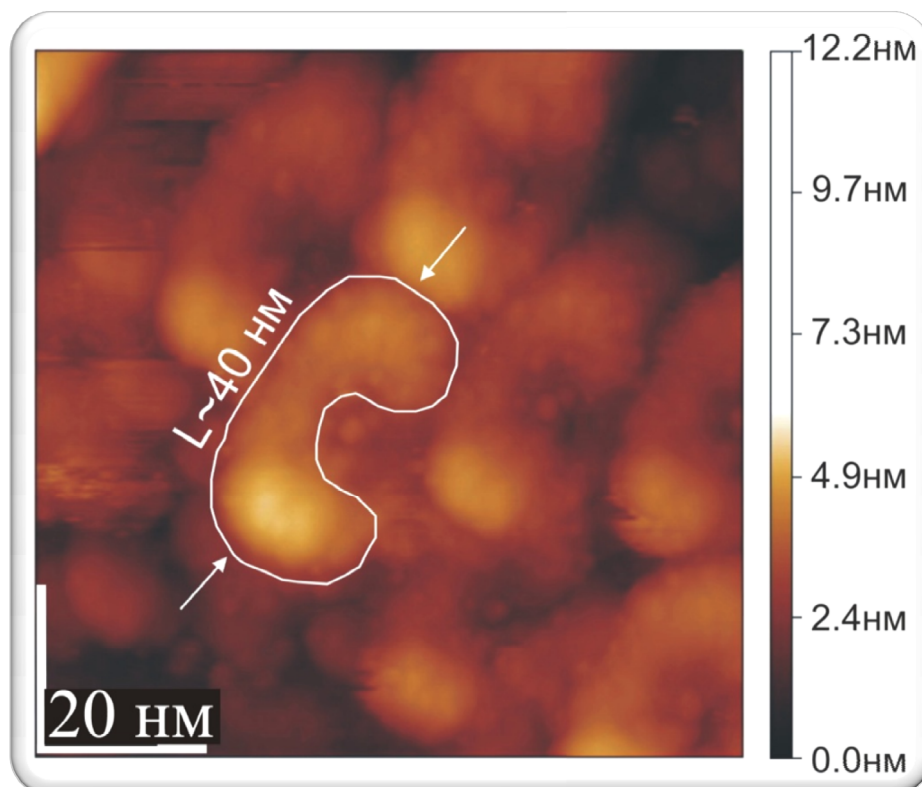
*V. L. Karbivskyy, N. A. Kurgan, A.S. Litovchenko, A. P. Shpak, V. H. Kasiyanenko.* Adsorption properties of nano-dispersed apatites // *J. Materials Science and Engineering*, 2009, Vol. 3, № 12, p. 52-56.

*A.P. Shpak, V.L. Karbovskii, N.A. Kurgan.* Peculiarities of the electronic structure of calcium and strontium apatites // *J. Elec. Spec. and Related Phenomena*, 2007, №156-158, p. 457-462.

### Технология получения апатитоподобных структур

С помощью метода микроскопии атомных сил исследована морфология нанодисперсных образцов апатитов. Средний размер частиц 40 нм, что соответствует удельной площади поверхности  $\sim 500 \text{ м}^2/\text{г}$ .

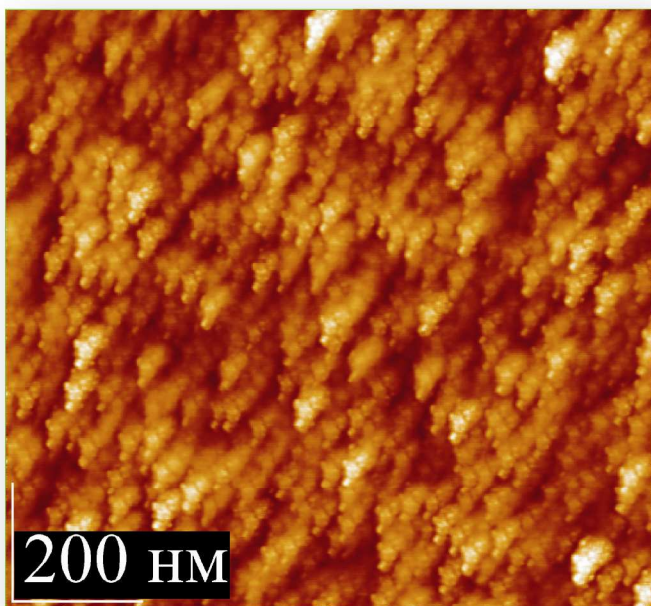
#### «Мокрый» химический синтез



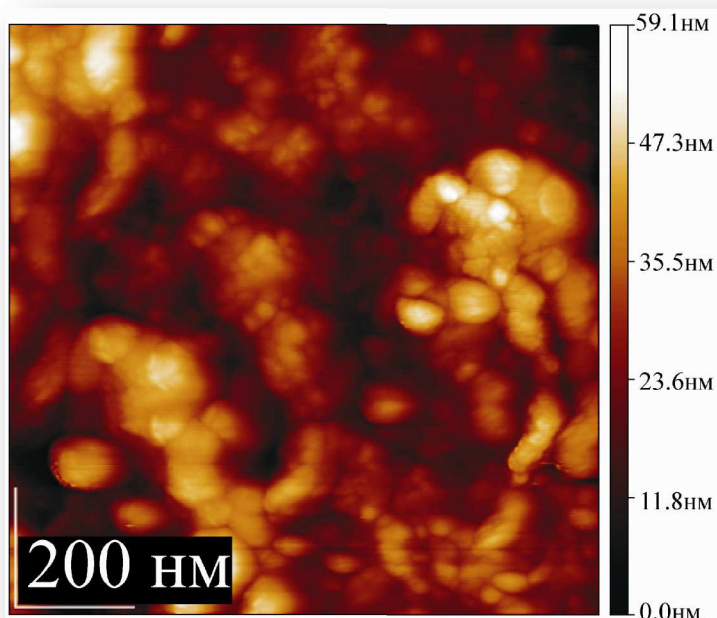
#### Морфология порошка нанодисперсного гидроксоапатита

Особенностью является мономодальное распределение размера частиц, а также их характерное упорядочение.

## Методы магнетронного получения пленок и покрытий апатитоподобных структур

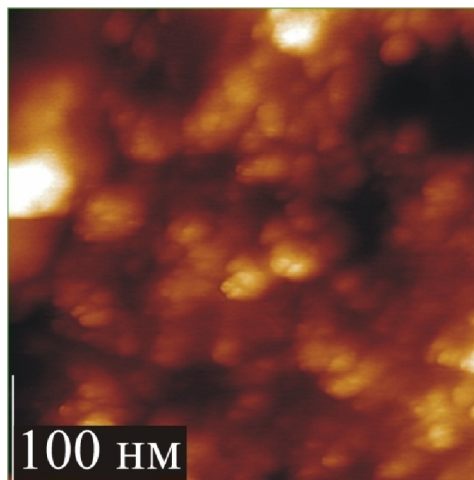


АСМ изображение покрытия гидроксоапатита, полученного магнетронным напылением



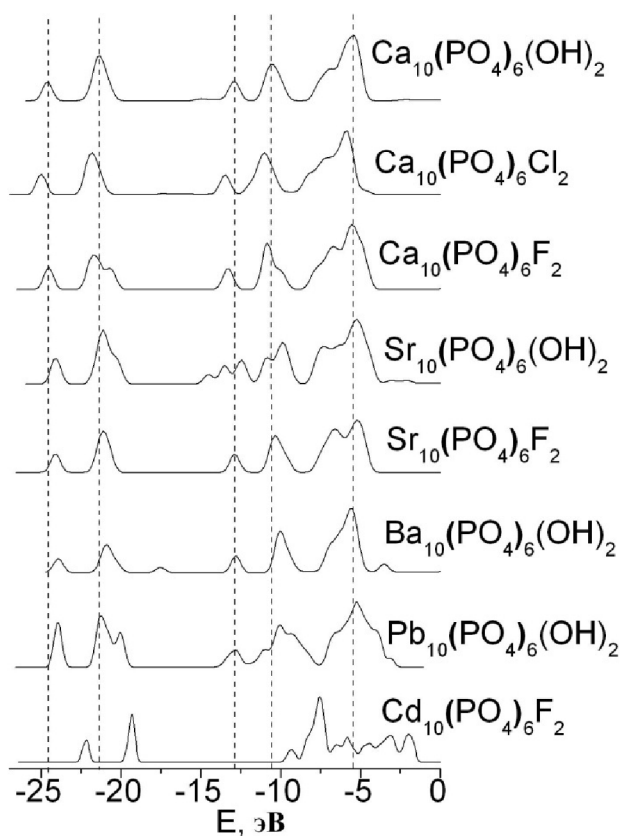
АСМ изображение покрытия гидроксоапатита, полученного методом детонационного нанесения со скоростью 5 М

## Метод синтеза апатитов с учетом условий *in situ*



АСМ изображение нанодисперсного апатита, полученного из кальцита куриного яйца

## Квантово-механические расчеты



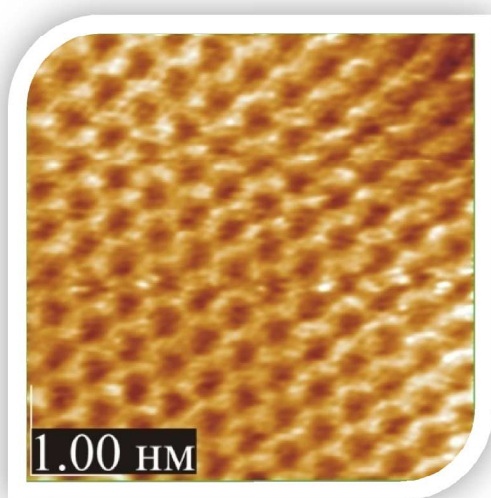
Полная плотность состояний апатитоподобных соединений имеет общие закономерности формирования – верхняя часть валентной полосы и субвалентные состояния.

Компьютерное моделирование электронной структуры апатитоподобных соединений выполнено с помощью квантово-механических расчетов в кластерном и зонном ЛМТО-приближениях.

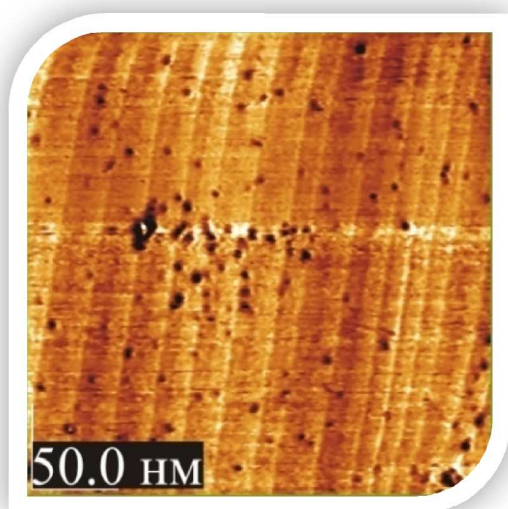


## АТОМНО-ЧИСТЫЕ ПОВЕРХНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛОВ

Монокристалл InSe имеет слоистую структуру, где каждый слой, перпендикулярный оси  $c$  кристалла, содержит группу атомных плоскостей Se-In-In-Se, характеризующихся сильными ковалентными связями. Нами исследована морфология монокристалла – верхний слой представляет собой гексагональные образования атомов Se.



АСМ изображение поверхности монокристалла  
InSe



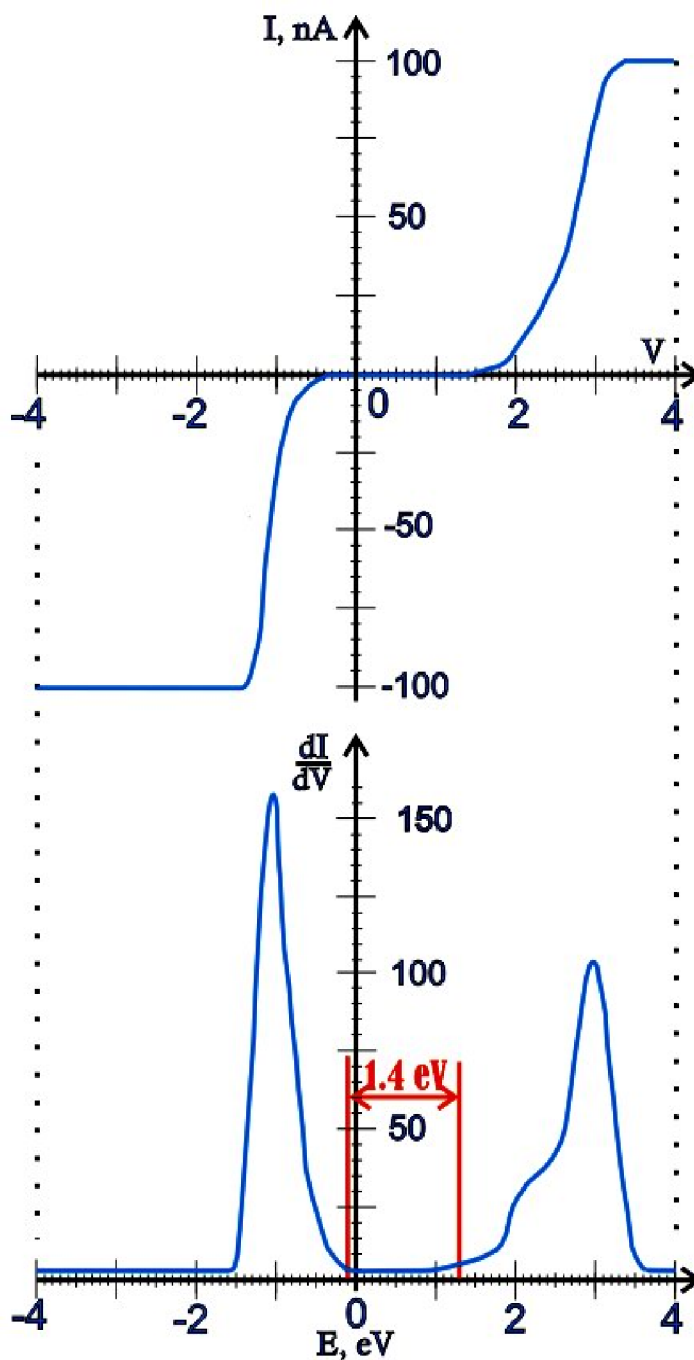
АСМ изображение поверхности монокристалла  
InSe

Некоторые изданные  
работы по данной  
тематике

*В.Л. Карбовский,  
В.В. Вишняк,  
В.Х.Касияненко,  
Г.В. Лашкарев.* Атомный  
дизайн и свойства  
атомно-чистых и  
модифицированных  
поверхностей  
монокристаллов InSe и  
GaSe // Материалы  
конференции  
«Наноструктурные  
материалы – 2010:  
Беларусь-Россия-  
Украина».

## ТУННЕЛЬНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

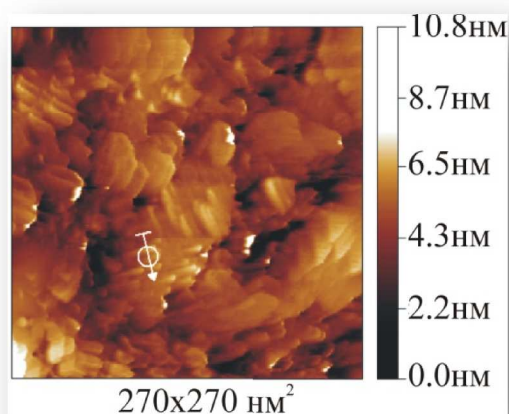
Ширина  
запрещенной  
зоны  
монокристалла  
InSe равна  
 $\sim 1.4$  эВ, что  
согласуется с  
другими  
методами  
измерений



Вольт-амперные характеристики InSe

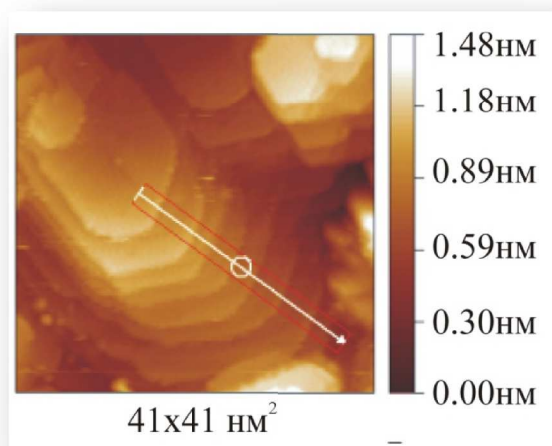
## МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ

Методами сканирующей зондовой микроскопии исследован процесс формирования нанорельефа поверхности золота при термическом напылении золота на поверхность монокристалла кремния – плоскость (111). Механизм роста состоит в образовании конгломератов из наночастиц с последующим преобразованием их в эллипсоидальные частицы с дальнейшим формированием образований игловидных нанокристаллов.



СТМ снимок зарождения иглоподобных нанокристаллов золота

Следующая стадия трансформации иглоподобных нанокристаллов характеризуется образованием кристаллографических плоскостей.



СТМ снимок гексагонально-пирамидальных образований золота на поверхности кремния

### Некоторые изданные работы по данной тематике

*В.Л. Карбовский, А.П. Шпак, В.В.Вишняк, В.Х.Касияненко.* Формирование нанорельефа поверхности золота при термическом испарении на поверхность Si (111) // *Металлофизика*, 2010, (in print).

*В.Л. Карбовский, В.В.Вишняк, Н.А.Курган, В.Х.Касияненко, А.П.Шпак.* Туннельная микроскопия процессов образования гексагонально-пирамидальных nanoостровков Au на поверхности монокристалла кремния. // *Успехи физики металлов*, (in print).



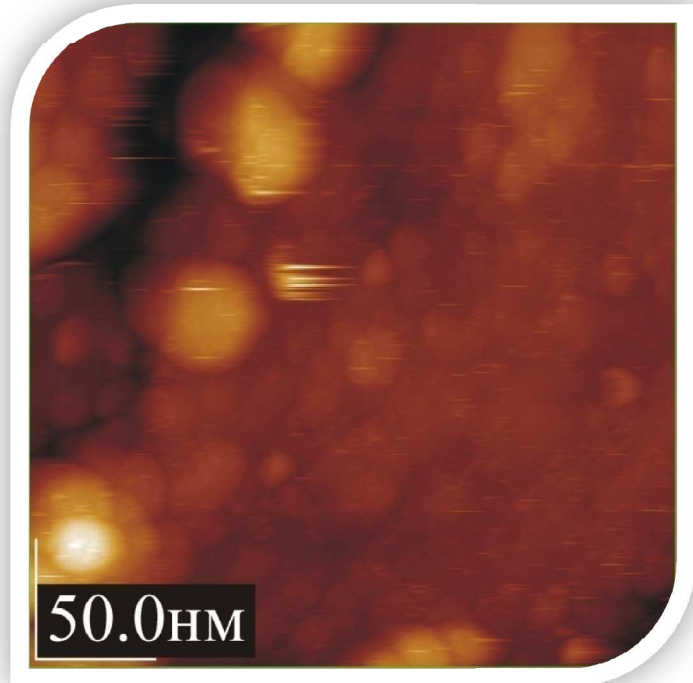
СТМ изображение монокристаллической плоскости кремния (110)



## АМОРФНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СПЛАВЫ

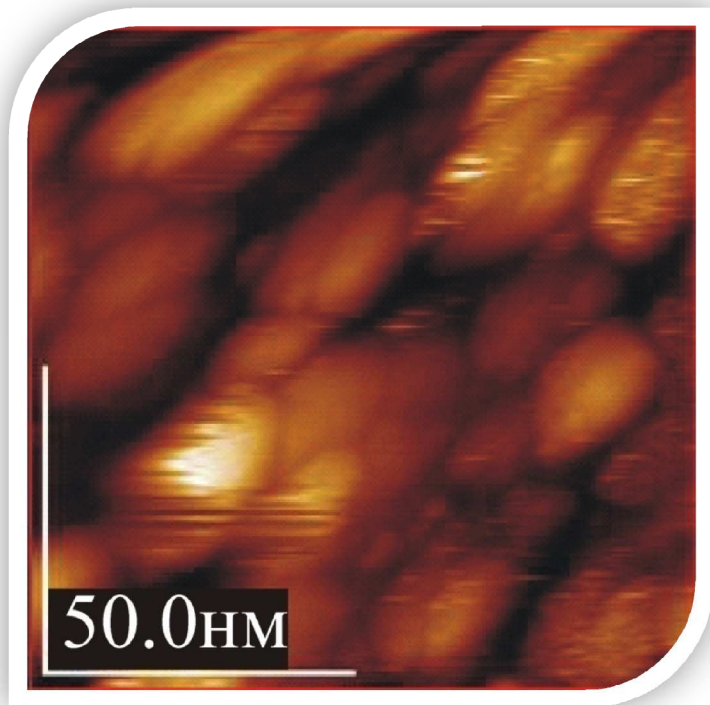
Поверхность аморфного сплава  
 $\text{Fe}_{77}\text{Si}_8\text{B}_{15}$  (СТМ изображение)

$T = 550 \text{ }^\circ\text{C}$



$T = 600 \text{ }^\circ\text{C}$

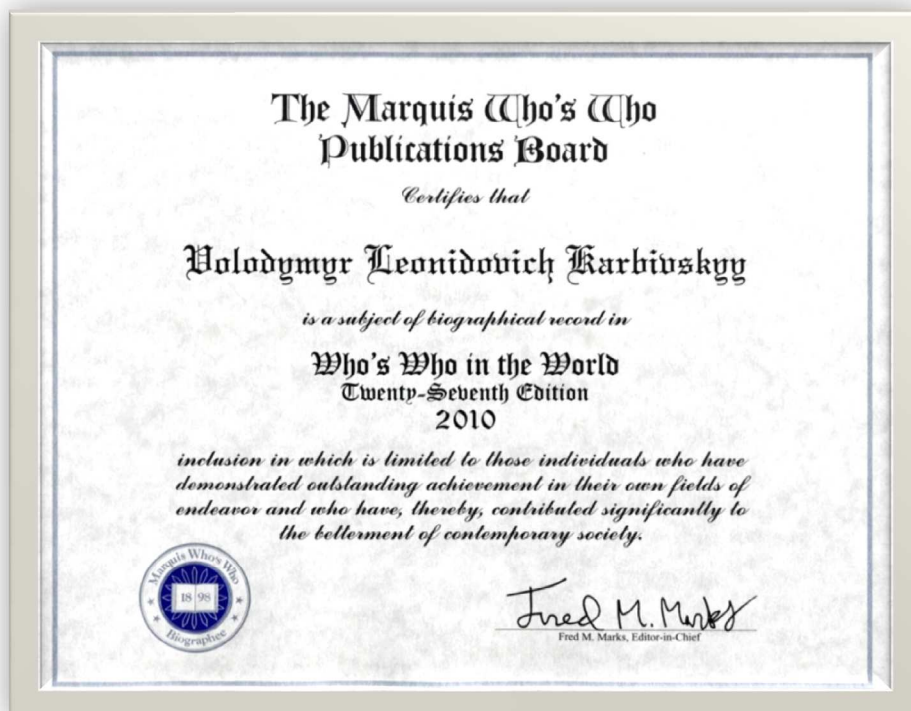
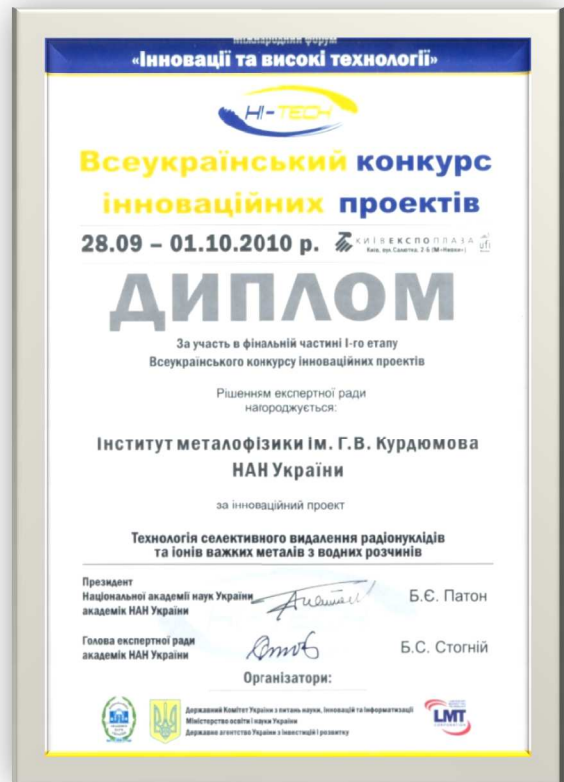
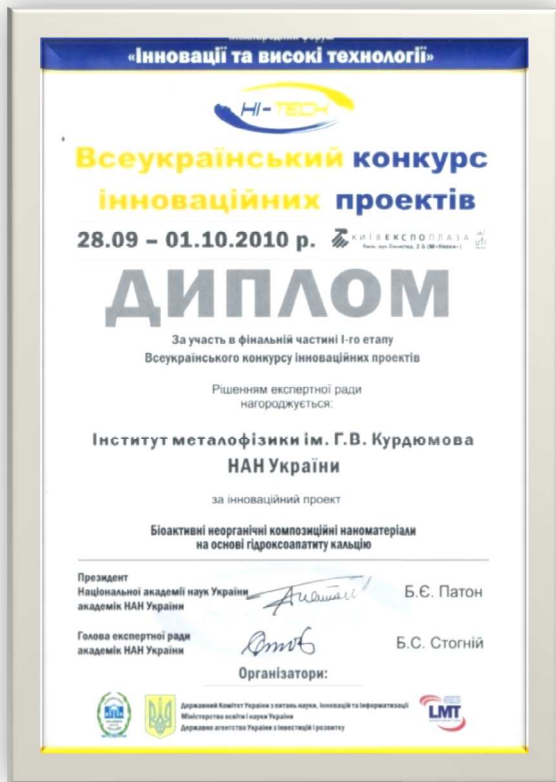
Зафиксировано  
момент начала  
роста  
кристаллита



# ПАТЕНТЫ



## Участие в конкурсах, награды





## Участье в конкурсах, награды



## Коллектив SPM-центра



*канд. физ.-мат. наук,  
м.н.с. Курган Н.А.*



*м.н.с.  
Загородний Ю.А.*



*м.н.с.  
Смоляк С.С.*



*м.н.с.  
Стонис В.В.*



*аспирант  
Сорока А.П.*



*инженер  
Белецкая О.В.*

## Коллектив SPM-центра



*инженер  
Вишняк В.В.*



*инженер  
Вишняк Н.В.*



*инженер  
Зуева Н.А.*



*инженер  
Зуев В.О.*



*инженер  
Лозовой В.Е.*



*инженер  
Рожков Н.В.*

Підписано до друку 10.10.2010. Формат 60×84/16. Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум. друк. арк. 2.44. Обл. вид. арк.

Тираж 1000 прим. Зам.№

---

Центр сканирующей зондовой микроскопии



