

**НАНОРАЗМЕРНЫЕ СИСТЕМЫ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ  
НАУК УКРАИНЫ**

**Шпак А.П., Уваров В.Н.**

*Институт Металлофизики Н А Н Украины, 03680, Киев142 ,  
бульв. Академика Вернадского, 36.*

# **СОДЕРЖАНИЕ**

**Действующие программы развития нанотехнологий и исследований наносистем в Украине**

**Комплексная программа фундаментальных исследований НАН Украины «Наноструктурные системы, наноматериалы, нанотехнологии»**

- структура программы
- научные разработки, полученные в ходе выполнения программы
- прикладное использование научных разработок
- информационно- издательская деятельность

**Перспективы развития нанотехнологий и исследований наносистем**

**-государственная целевая научно- техническая программа «Нанотехнологии и наноматериалы»**

- оборудование
- актуальные направления развития нанотехнологий и исследований наносистем

# **Действующие программы развития нанотехнологий и исследований наносистем в Украине**

- 1. Совместная Украинско-Российская научно-техническая программа «Нанофизика и наноэлектроника».**
- 2. Комплексная программа фундаментальных исследований НАН Украины “Наноструктурные системы, наноматериалы, нанотехнологии”**
- 3. Программа фундаментальных исследований Министерства Образования и Науки Украины.**

# Украинско-Российская научно-техническая программа «Нанопфизика и наноэлектроника»

Руководители национальных частей программы:

От Российской  
Федерации –  
академик РАН  
Ж.Алферов

От Украины –  
академик  
НАНУ  
Н.Находкин

**Научно-технические направления:**  
Физика наноструктур  
Технология наноструктур  
Диагностика наноструктур  
Наноэлектроника и нанофотоника

Задействовано более десятка организаций от Национальной Академии Наук, научно-производственных объединений, предприятий и институтов Минпромполитики, ведущих университетов Украины.

## **Предистория развития исследований наносистем и создания нанотехнологий в НАН Украины**

**В Национальной Академии наук Украины издавна проводились исследования, имеющие непосредственное отношение к сегодняшним разработкам в области нанотехнологий. Это прежде всего работы в области:**

- микроэлектроники,**
- физики и химии поверхности,**
- пленочных и порошковых технологий,**
- соединения и сварки элементов конструкций,**
- катализа,**
- физики и химии коллоидов и атомных кластеров,**
- сорбентов различного предназначения,**
- физики металлов и сплавов и т.д.**

**С целью упорядочения проводимых работ, придания им нового импульса развития руководством Академии в 2003 году было принято решение о создании комплексной программы фундаментальных исследований "Наноструктурные системы, наноматериалы, нанотехнологии".**

## Структура комплексной программы фундаментальных исследований НАН Украины “Наноструктурные системы, наноматериалы, нанотехнологии” (2007- 2009 г.г.)

Основные разделы		Головная организация
<b>Физика и диагностика наносистем</b>	Нанофизика материалов электронной техники	Институт физики НАН Украины
	Физика полупроводниковых наноструктур	Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева НАН Украины
	Самоорганизация, строение и свойства наносистем	Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова НАН Украины
	Диагностика и моделирование наносистем	Технический центр НАН Украины
<b>Химия наноматериалов и наноструктур</b>	Физико- химия наноматериалов и наноструктур	Институт физической химии им. Л.В. Писаржевского НАН Украины
	Нанохимия и нанoeлектрохимия гетероструктур и гибридных нанокомпозитов	Институт общей и неорганической химии им. В.И. Вернадского НАН Украины
	Химия и физика поверхностных явлений. Супрамолекулярные структуры	Институт химии поверхности им. А.А. Чуйко НАН Украины
	Коллоидные наноразмерные системы	Институт биокolloидной химии им. Ф.Д. Овчаренко НАН Украины
<b>Технологии наноматериалов и наноструктур</b>	Технология многофункциональных наноматериалов	Институт проблем материаловедения им. И.М. Францевича НАН Украины
	Сваривающие многослойные композитные присадки и нанотехнологии соединения трудносвариваемых неорганических материалов	Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины
	Ионноплазменные нанотехнологии	Национальный научный центр «Харьковский физико- технический институт»
	Технологии создания наноматериалов в экстремальных условиях	Донецкий физико-технический институт им. А. А. Галкина НАН Украины
<b>Бионаносистемы</b>	Бионаносистемы и бионаноматериалы для биологии и медицины, биоминерализация наноматериалов	Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова НАН Украины
	Биосовместимые наносистемы, биологические свойства наноматериалов	Институт проблем материаловедения им. И.М. Францевича НАН Украины

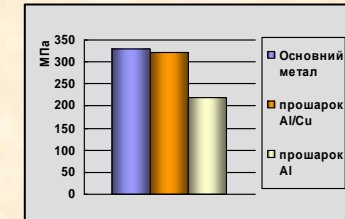
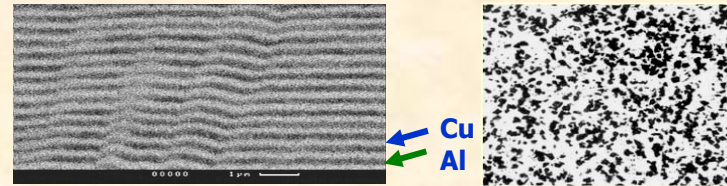
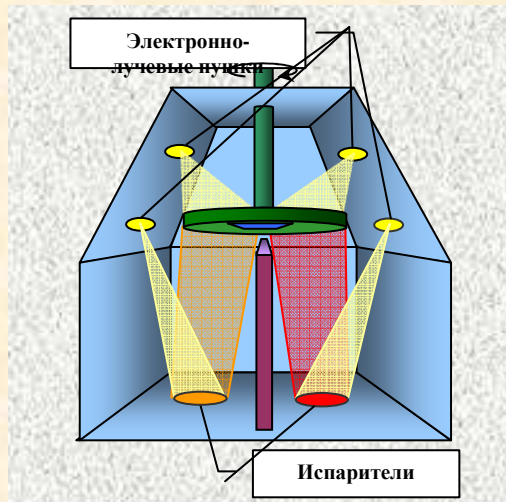


## Отделения НАН Украины, принимавшие участие в программе (2009г.)

№ п/п	Отделения НАН Украины	Число подразделений	Число проектов
1.	Отделение информатики	2	2
2.	Отделение физики и астрономии	8	36
3.	Отделение наук о Земле	1	1
4.	Отделение физико-технических проблем материаловедения	8	37
5.	Отделение физико-технических проблем энергетики	4	4
6.	Отделение ядерной физики и энергетики	2	2
7.	Отделение химии	9	36
8.	Отделение молекулярной биологии, биохимии, экспериментальной и клинической физиологии	5	5
	<b>Всего</b>	<b>39</b>	<b>128</b>

# Научные разработки, полученные в ходе выполнения программы

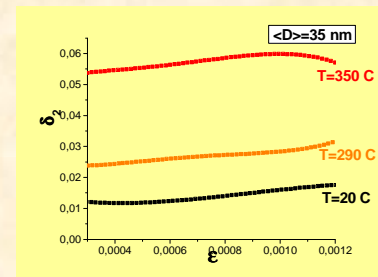
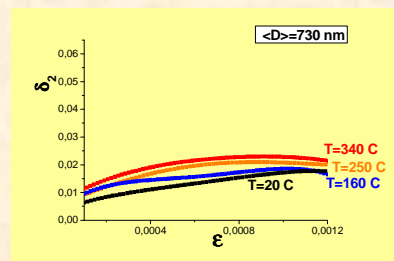
наноструктурные композиты для новых технологий сваривания перспективных конструкционных металлических материалов, не поддающихся свариванию в обычных условиях



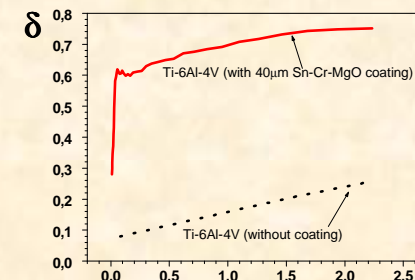
жаропрочные нанодисперсные алюмокомпозиты для авиационной и космической техники

технологии получения покрытий в наноструктурном состоянии, повышающие защитные и механические свойства лопаток газовых турбин и конструкционных материалов

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЗЕРЕН НА УРОВЕНЬ ДЕМПИРОВАНИЯ КВАЗИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ (Al-Cu-Fe) МАТЕРИАЛОВ

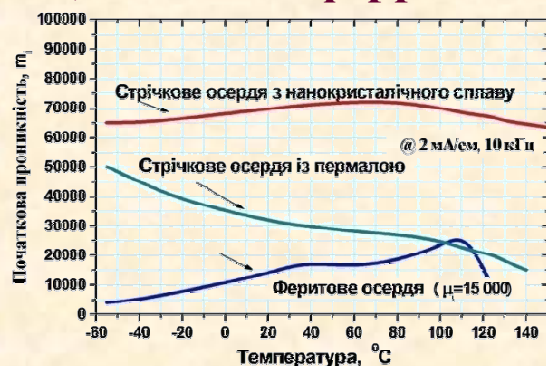


МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ MgO-Cr-Sn

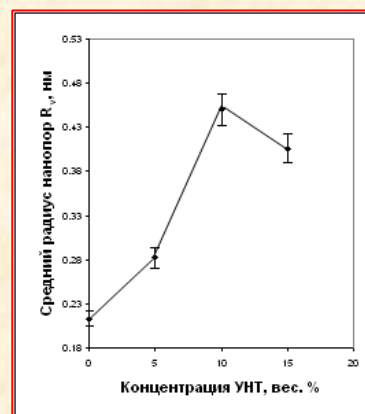
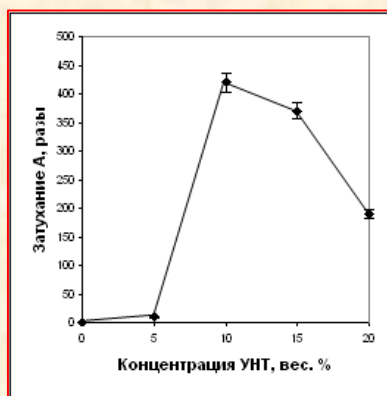




## магнитомягкие нанокристаллические сплавы для сердечников высокоэкономичных трансформаторов в телекоммуникационных системах, электротехнике, силовых устройствах электровозов, датчиков феррозондовых магнетометров

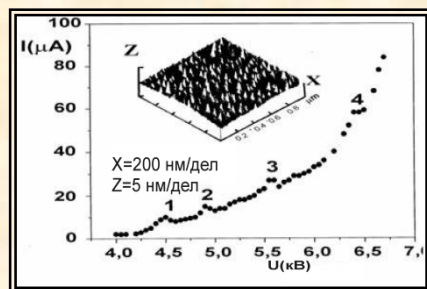


металлические и металлоксидные нанопленки для датчиков магнитного поля, устройств спинтроники и защитных фильтров в системах мобильной связи  
 композиты с участием углеродных нанотрубок и углеродистых наночастиц, эффективно поглощающих излучение радио - и СВЧ- диапазонов

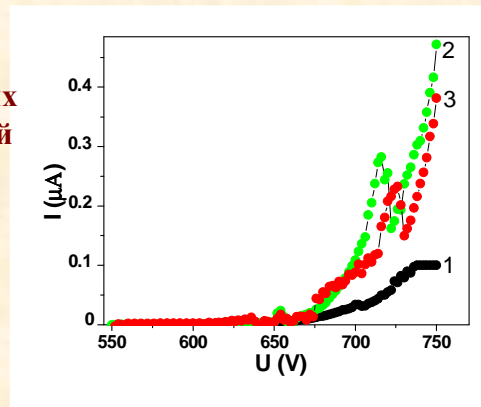


**Гигантское поглощение СВЧ- излучения в композите фторопласт-углеродные нанотрубки**

материалы с квантовыми точками германия на кремнии со стабильной полевой электронной эмиссией для создания приборов ночного видения, работающих без охлаждения



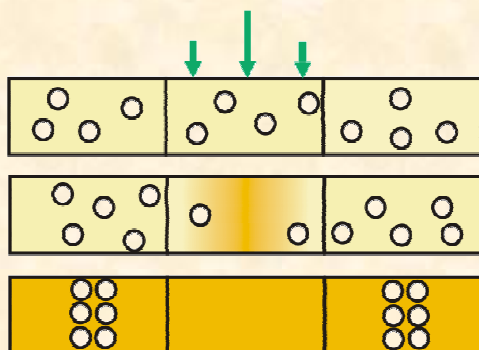
АСМ изображение Ge/Si квантовых точек, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии на Si(100) и Si(111). Вольтамперные характеристики их полевой электронной эмиссии.



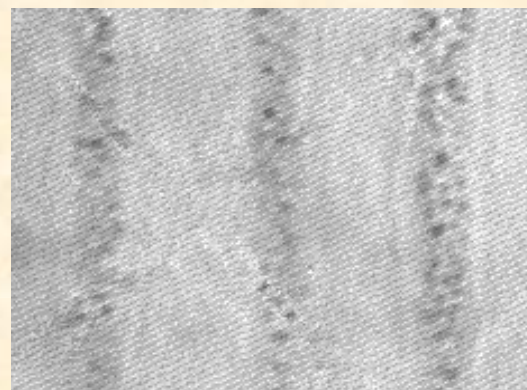
Вольтамперные характеристики полевой электронной эмиссии Ge/Si квантовых точек при 300 К. 1 – без освещения, 2 –  $\lambda = 2$  мкм, 3 –  $\lambda = 10$  мкм.

наноконпозиты на основе окислов титана, демонстрирующие обратимый фотохромный эффект для устройств оптической записи информации

дифракционные решетки из пространственноупорядоченных наночастиц, получаемые в интерференционном поле световой волны

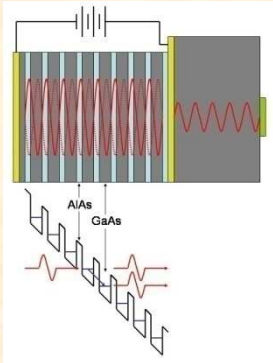


Фазовое разделение смеси мономер-наночастицы в интерференционном поле.



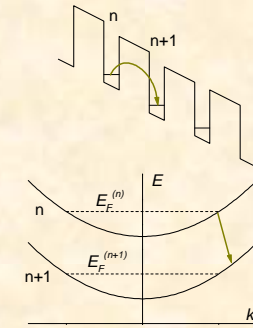
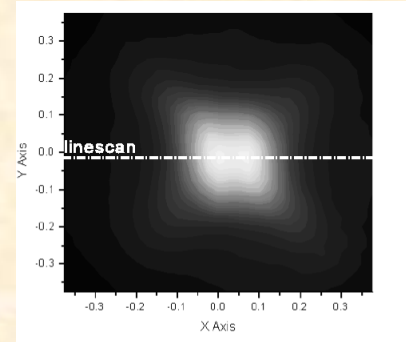
Решетка с ZnO – наночастицами после удаления полимера. Период 20 мкм, Увеличение 600х.

## генерация терагерцовых когерентных акустических фононов

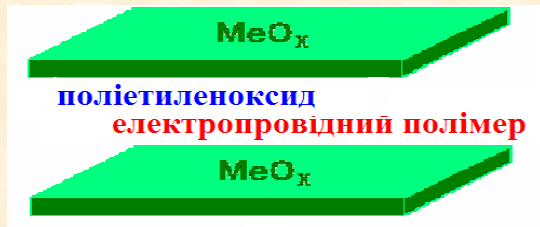


**GaAs-AlAs-GaAs- ... сверхрешетки**  
**5,9nm-3,9nm-5,9nm ... 40...50 периодов**

**Усиление генерации продольных акустических фононов на частотах 0.5...0.65 ТГц. Мощность генерации фононов ~ мВт/см<sup>2</sup>**



**наноконпозиты для светоизлучающих диодов, материалы для литиевых аккумуляторов высокой емкости, систем записи информации и преобразования солнечной энергии**



**Гибридные наноконпозиты на основе полимеров и V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> для катодов литиевых аккумуляторов**



**электрохимические и электрохромные устройства на основе наноструктурированных материалов**



**Химические источники тока на основе наноструктурированных оксидов Mn, Cr, Co, W.**



**Электрохромный светофильтр в окрашенном и обесцвеченном состоянии.**



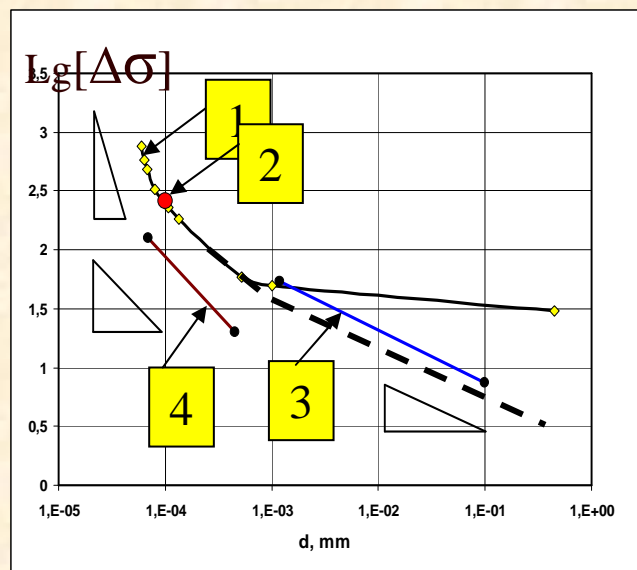
**Электрохромный индикатор**



технологии получения и спекания нанокристаллических порошков титаната бария для многослойных конденсаторов на основе керамик

твердые, радиационно-стойкие, электропроводящие масла для космического и наземного использования на основе интеркалированных наносистем дихалькогенидов переходных металлов, нитрида бора и углерода

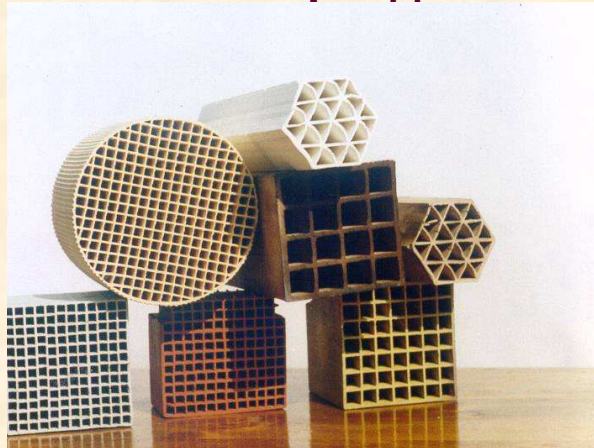
высокопрочные металлические покрытия



- 1 - магнетронные Cr покрытия;
- 2 - ионно-плазменные Cr покрытия;
- 3 - (Fe-C);
- 4 - (Fe-0,49%Ti)

Твердость наноструктурных пленок Cr превышает 20 ГПа и приближается к твердости керамик, а твердость наноструктурных пленок Fe, Mo, Ni составляет 5 - 8 ГПа

наноструктурированные катализаторы для сгорания метана в процессах газоочистки и углеводородного топлива в газовых турбинах, нанокатализаторы для очистки газов от вредных промышленных выбросов



**Наноструктурированные катализаторы процессов глубокого окисления метана**

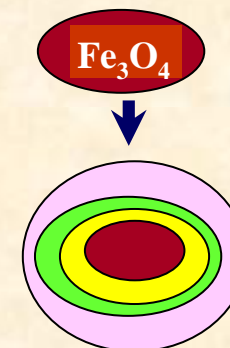
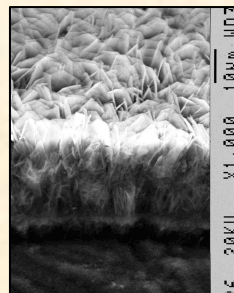
наноструктурированные биосовместимые с костной тканью керамические композиты и покрытия, магнитоуправляемые носители лекарственных препаратов для целевой терапии в медицине



Пористая нанокерамика из гидроксиапатита кальция для костной хирургии

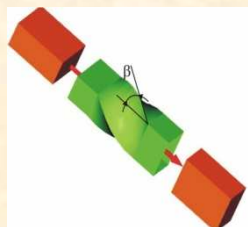


Наноструктурированные биосовместимые покрытия гидроксиапатита кальция на титановых и сапфировых медицинских имплантатах



Магнитоуправляемые нанокompозиты медико-биологического назначения

## наноматериалы с высокими прочностными и коррозионностойкими свойствами, полученные способом интенсивной пластической деформации



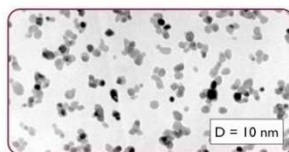
Пластины для травматологии и ортопедии, изготовленные из титана VT1-0

Свойства	В исходном состоянии	После обработки
Предел прочности, МПа	450	900
Пластичность, %	30	37

## линия получения нанопорошков металлооксидов для создания керамических износостойких элементов приборов и устройств машиностроения

Технология обеспечивает:

- мягкие агломераты
- заданный размер частиц (5-50 нм)
- узкое распределение по размерам частиц
- заданный фазовый и химический состав



Технология разработана на основе фундаментальных исследований  
Пилотная линия создана в рамках инновационного проекта НАН Украины  
Константинова Т.Е., Фомченко В.А. ДонФТИ им. А.А. Галкина НАНУ



Износостойкая керамика на основе нанопорошков диоксида циркония

наноматериалы с высокой стойкостью до абразивного износа, пригодных для инструментальных материалов тонкого точения.



## Прикладное использование научных разработок

наномодификация эпоксидных олигомеров для изготовления стекло-, базальто- и углепластиков, ультразвуковая технология изготовления изделий из наномодифицированного углепластика. Организация разработчик - институт электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины. Предприятие внедрения- КБ «Южное» (г. Днепропетровск)

магнитопроводы трансформаторов, телекоммуникационных систем, сердечников измерительной аппаратуры. Организация разработчик - Институт металлофизики им. Г.В.Курдюмова НАН Украины. Предприятия внедрения - ОАТ «ЭНЕРГОТЕРМ» (г. Винница), завод „Электровозостроения” (г. Днепропетровск), ОАТ „Киевский завод автоматики им. Г.И.Петровского” ТОВ „ИМПУЛЬС”(г. Запорожье), ЗАТ „Тираспольский электроаппаратный завод” (Молдова)

технология дуплексной обработки порошковых покрытий на основе никеля потоками плазмы и электронным излучением для защиты от коррозии кранов в кислой среде в условиях абразивного износа. Организация разработчик - Институт металлофизики им. Г.В.Курдюмова НАН Украины. Предприятие внедрения - Мариупольский коксохимзавод

синтез кальциевых гидроксоапатита и фтороапатита в качестве бионаноматериалов для медицины. Организация разработчик - Физико-химический институт им. О.В.Богатского НАН Украины. Предприятие внедрения - СНВП «Новые материалы и технологии»

технология изготовления радиационно-стойкого фотопреобразователя на основе структуры  $\text{In}_2\text{O}_3$ - $\text{Ga}_2\text{O}_3$ -GaSe для производства фотоприемников и фотоизлучателей. Организация разработчик - Черновицкое отделение Института проблем материаловедения им. И.Н.Францевича НАН Украины. Предприятие внедрения - ЦКБ «Ритм» (г. Черновцы)

наноразмерные стойкие дисперсии каолинита в качестве гетерокоагулянтов, сорбентов. Организация разработчик - Институт биокolloидной химии им. Ф.Д.Овчаренко НАН Украины. Предприятие внедрения - предприятие «Етекс»

установки для очистки высококонцентрированных сточных вод с использованием ультрадисперсных фаз гидроксидов железа. Организация разработчик - Институт биокolloидной химии им. Ф.Д.Овчаренко НАН Украины. Предприятие внедрения - предприятие «Геофизприбор»

технология получения нанодисперсного диоксида циркония для износостойчивых сопел гидросбивов окалины, плунжеров шахтных гидронасосов и маслостанций. Организация разработчик - Донецкий физико-технический институт им. А.А.Галкина НАН Украины. Предприятия внедрения - Мариупольский МК им. Ильича, шахта им. А.Ф.Засядько

технология изготовления биоактивных керамических композитов «Синтекость» для восстановления костной ткани после оперативного вмешательства в хирургии. Организация разработчик - Институт проблем материаловедения им. И.Н.Францевича НАН Украины. Получено разрешение Минздрава на применение материалов в клинической практике

## Информационно- издательская деятельность

1. **Веб-сайт <http://www.imp.kiev.ua/NANO>**
2. **Библиография, рефераты, патентная информация – больше 10000 единиц**
3. **Тематический сборник «Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии»**
4. **Спецвыпуски журналов «Металлофизика и новейшие технологии», «Успехи физики металлов»**
5. **64 монографии, 1770 статей, 2440 тезисов, 43 патентов, 80 заявок на изобретения**
6. **43 конференции и семинара различного уровня**

# **Государственная целевая научно-техническая программа «Нанотехнологии и наноматериалы»**

## **Организации исполнители**

**Министерство образования и науки Украины**

**Национальная Академия Наук Украины**

## **Структура программы**

- Физика наноструктур**
- Технология полупроводниковых наноструктур**
- Диагностика наноструктур**
- Новые наноматериалы**
- Нанобиотехнологии**
- Нанохимия**
- Нанoeлектроника и нанофотоника**
- Нанобезопасность**



# Центры коллективного пользования

Сканирующий зондовый микроскоп  
JSPM-4610 (JEOL)



Трансмиссионный электронный микроскоп JEM-2100F (JEOL)



Спектрометр ядерного магнитного резонанса (ЯМР) BRUKER AVANCE 400



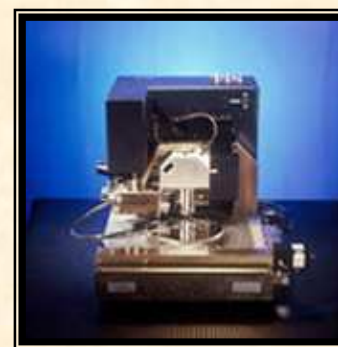
Лазерный фемтосекундный комплекс



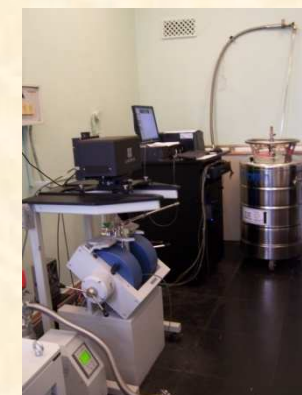
Трансмиссионный электронный микроскоп JEM-2100 (JEOL)



Сканирующий атомносиловой микроскоп NanoScope IIIa серии Dimension 3000 (Digital Instruments, США)



Вибрационный магнетометр 7404 VSM (Lake Shore Cryotronics, Inc., США)



# Актуальные направления развития нанотехнологий в НАН Украины

**Твердотельные  
поверхностные и  
многослойные  
наноструктуры**

**сверхрешетки, квантовые  
ямы, точки и нити, квантовые  
контакты, атомные кластеры,  
спин- туннельные структуры**

**Конструирование  
молекулярных устройств**

**устройства  
распознавания и  
хранения  
информации**

**Фуллереноподобные  
материалы и нанотрубки**

**высокопрочные  
композиционные  
материалы, полевые  
эммитеры, нанопровода,  
эндоструктуры,  
игольчатые щупы,  
материалы молекулярной  
электроники**

**Экстремальная  
ультрафиолетовая  
литография**

**нанoeлектронные  
суперпроизводительные  
вычислительные  
системы**

**Новые классы  
наноматериалов и  
наноструктур**

**фотонные кристаллы,  
разупорядоченные  
нанокристаллические среды,  
функциональная литиевая  
керамика, квазикристаллические  
наноматериалы,  
наноструктурные твердые и  
прочные сплавы, полимерные  
композиты с наполнителями из  
наночастиц и нанотрубок,  
биосовместимые  
наноматериалы, наноразмерные  
порошки, органические  
наноматериалы, полимерные  
нанокompозитные и пленочные  
материалы, покровные  
полимеры, двумерные  
сегнетоэлектрические пленки,  
жидкокристаллические  
наноматериалы**



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**