



# Развитие нанотехнологий в университете

Кулагин Владимир Петрович  
ректор МИЭМ  
доктор технических наук  
профессор  
*[kvp@miem.edu.ru](mailto:kvp@miem.edu.ru)*

## Подготовка кадров высшей квалификации

- 05.27.06 «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники»
- 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нано- электроника, приборы на квантовых эффектах»
- 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации»
- 01.04.07 «Физика конденсированного состояния»
- 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»
- 05.13.15 «Вычислительные машины и системы»
- 05.13.22 «Управление проектами и развитие производства»

## Учебные специальности

- 210602 «Нanomатериалы»
- 210107 «Электронное машиностроение»
- 210104 «Микроэлектроника твердотельная электроника»

## Подготовка специалистов в области наноиндустрии

## Направление подготовки «магистры»

- 210100 «Электроника и наноэлектроника»
- 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
- 152200 «Наноинженерия»

## Направление подготовки «бакалавры»

- 210100 «Электроника и наноэлектроника»
- 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
- 152200 «Наноинженерия»





## Журналы

1. «Наноструктуры. Математическая физика и моделирование»
2. «Перспективные материалы»



## Выставки

- INTAS
- CRDF
- ISSF
- CONACYT
- JSPS
- C.N.R.S.
- CIES
- AMS
- Wolfram Research

## Информационная поддержка

## Конференции

1. Российская научно-техническая конференции «Вакуумная наука и техника»
2. Международное совещание «Радиационная физика твердого тела»

## Школы-семинары

1. Всероссийская школа-семинар «Наноструктуры, модели, анализ и управление»
2. Международная школа молодых учёных «Радиационная физика твёрдого тела»
3. Всероссийская научная школа для молодёжи «Концентрированные потоки энергии в индустрии наносистем, материалов и живых систем»
4. Образовательная программа «Мир нанотехнологий»

# Результаты



- Новое направление — квантовая математика, включающее новые математические технологии, позволяющие эффективно исследовать наномодели
- Методы проектирования 3D наносистем на основе новой концепции схемотехники
- Принципиально новый высокопроизводительный способ формирования наноструктур из отдельных атомов
- Новый метод рентгеновской рефлектометрии in-situ для диагностики параметров наноразмерных пленок в реальном времени их формирования
- Технология получения наномодифицированных материалов различного промышленного применения
- Технология инъекционной модификации структур металл-диэлектрик-полупроводник для микро- и наноэлектроники

# Результаты

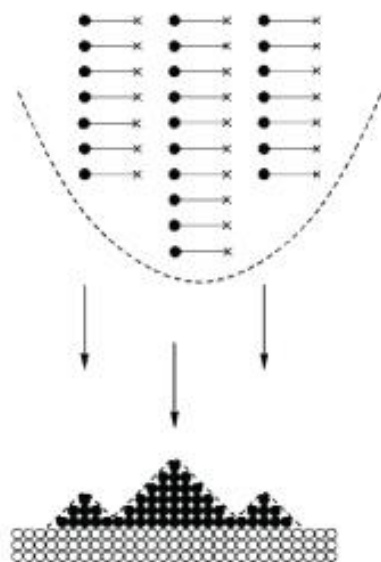
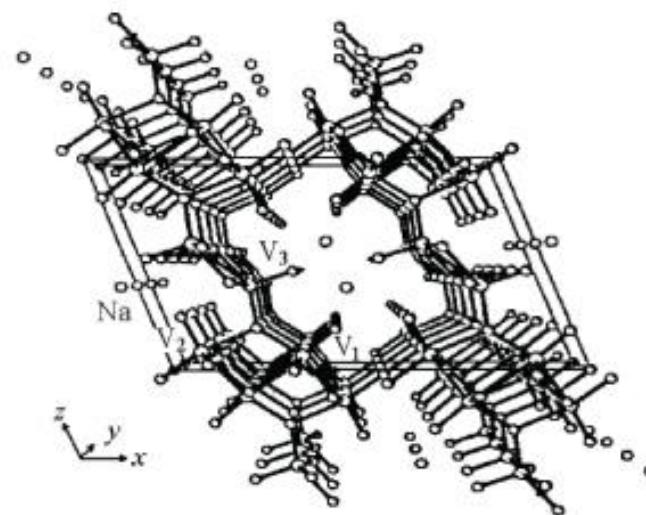


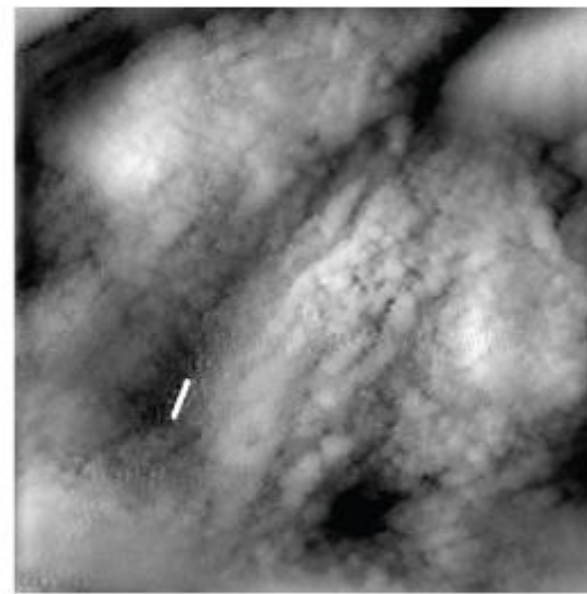
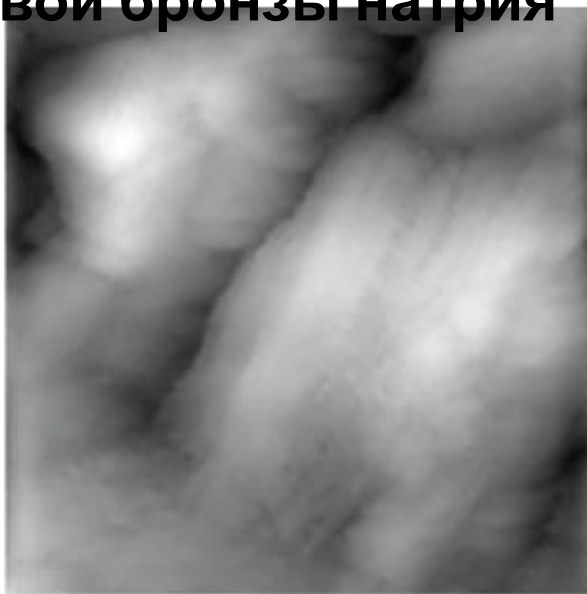
Схема образования нанорельефа на поверхности подложки при испарении атомов из каналов нанотрубок зонда



Пространственная кристаллическая структура оксидной ванадиевой бронзы  $\text{Na}_{0,33}\text{V}_2\text{O}_5$  ( $\beta$ -фазы).

# Результаты

**Новый способ формирования наноструктур с использованием зонда из монокристалла оксидной ванадиевой бронзы натрия**



Поверхность Au подложки до (слева) и после (справа) нанесения атомов Na



# Результаты



## Промышленное применение материалов, наномодифицированных астраленами



Микрофотография Улучшение эксплуатационных характеристик электропроводных материалов для токоъемников ММД:

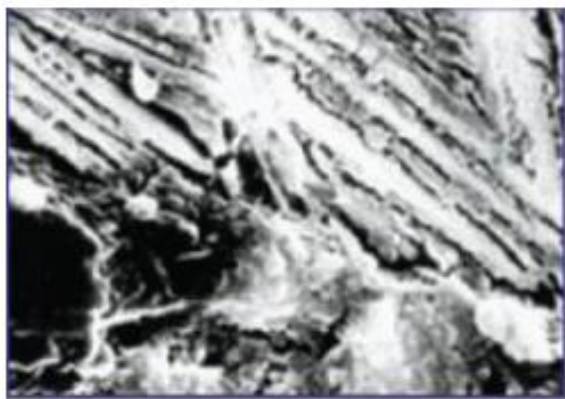
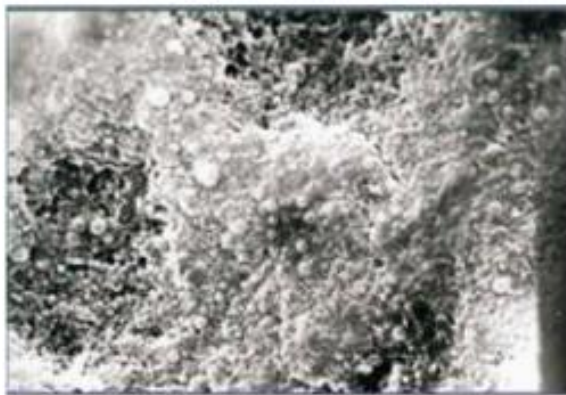
- Износостойкость;
- Коррозионная стойкость;
- Электропроводность;
- Химическая стойкость бронзового сплава.



Микрофотография наномодифицированного бронзового сплава

# Результаты

## Промышленное применение материалов, наномодифицированных астраленами



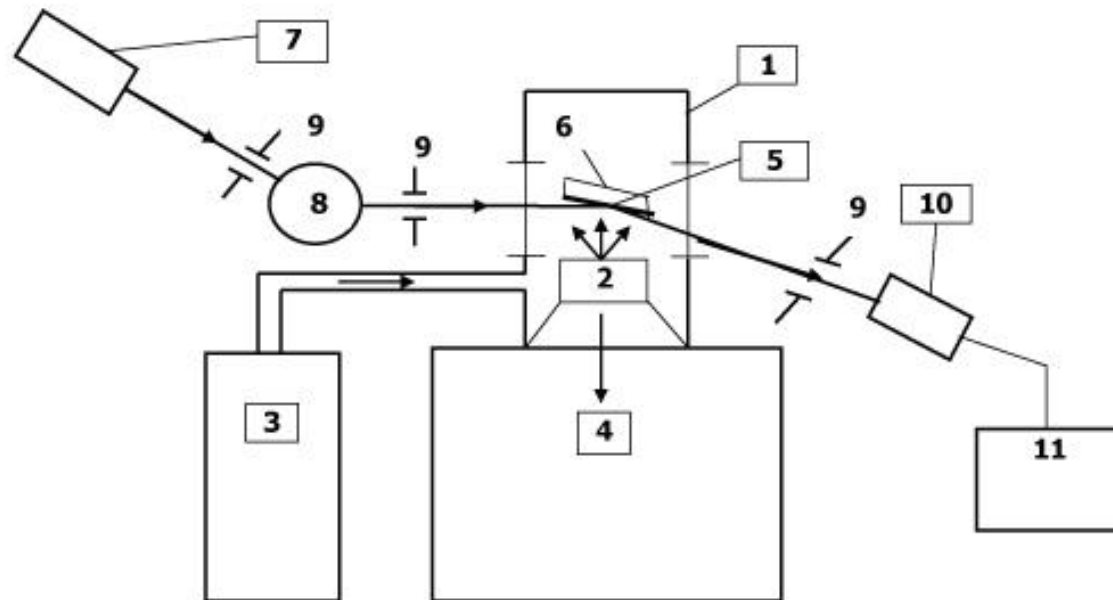
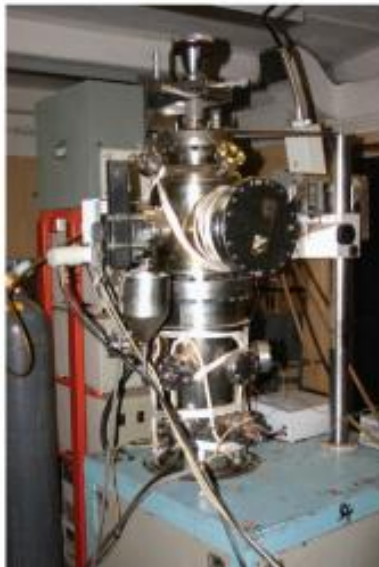
Структура исходного (вверху) и  
нано-модифицированного (внизу) легкого бетона



Мост в г.Кимры,  
реконструированный с  
использованием  
наномодифицированных  
легких бетонов

# Результаты

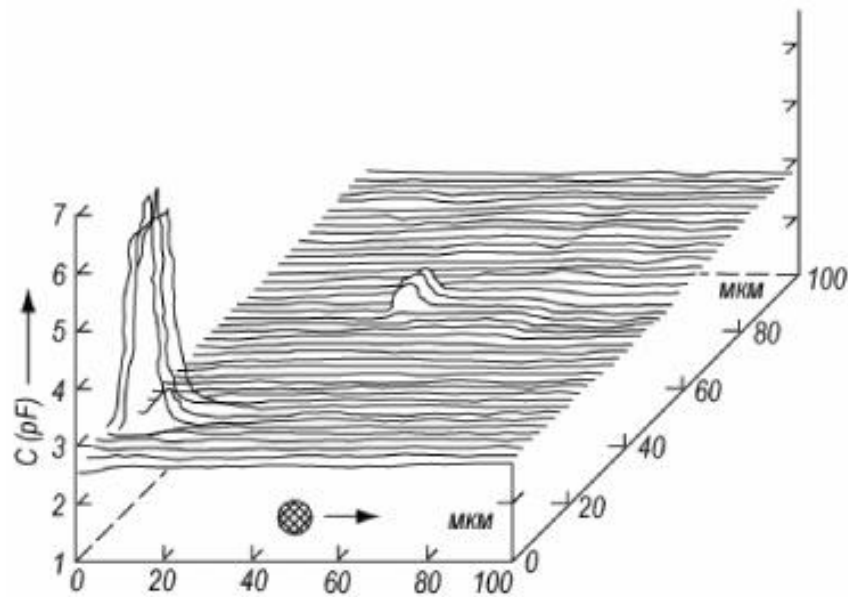
## Метод диагностики параметров наноразмерных пленок в процессе их формирования



1-камера, 2-магнетрон, 3- устройство газонапуска, 4 – система откачки, 5 – образец, 6 – держатель подложки, 7 – рентгеновская трубка, 8 – блок монохроматора, 9 – система коллимационных щелей, 10 – детектор, 11- ПК

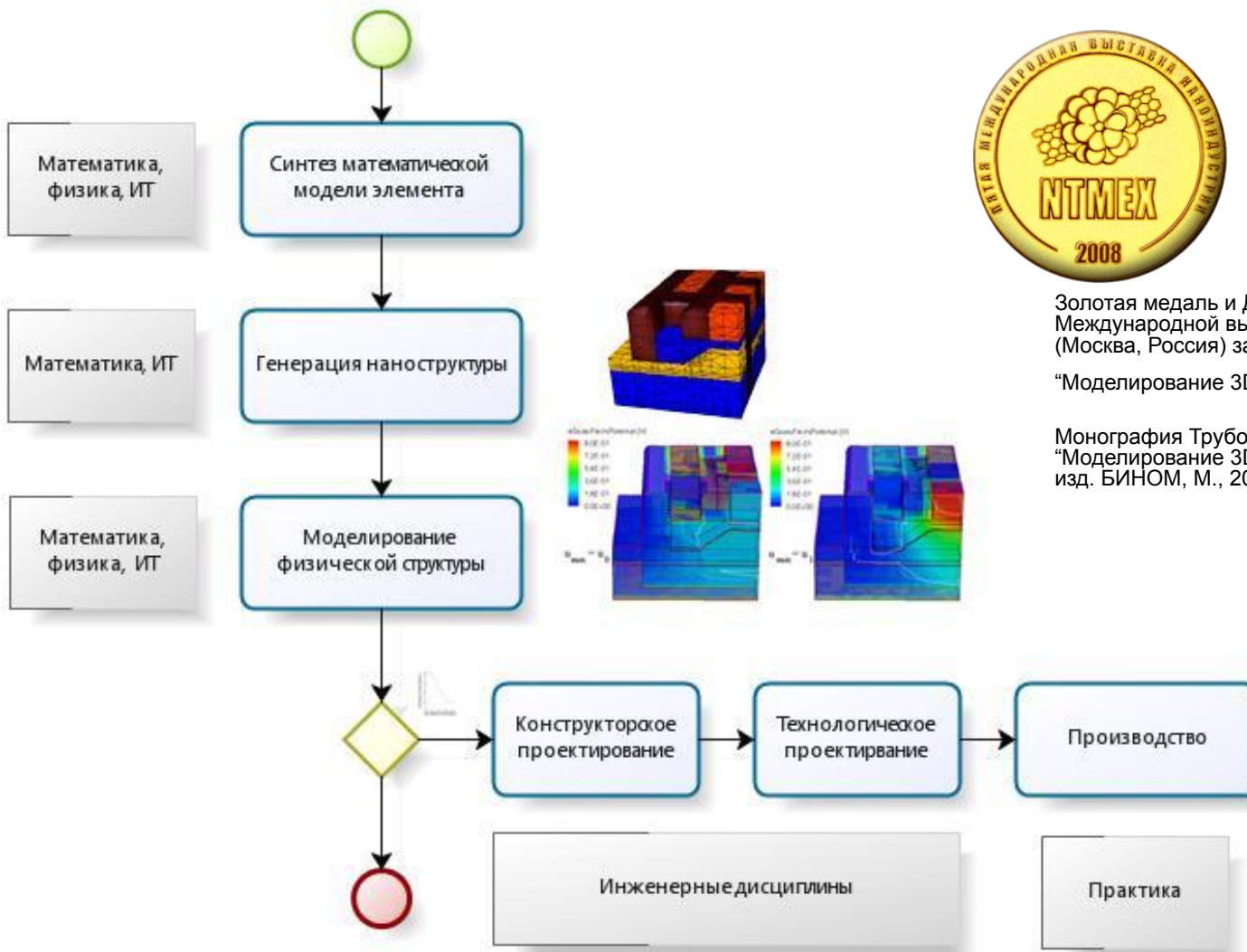
# Результаты

## Технология инъекционной модификации МДП-структур



МДП-транзистор

# Концепция университета - создание продукции наноиндустрии – единая образовательно-научная цепочка



Золотая медаль и Диплом 5-й Международной выставки NTMEX'08 (Москва, Россия) за работу

“Моделирование 3D наносхемотехники”

Монография Трубочкиной Н.К. “Моделирование 3D наносхемотехники”, изд. БИНОМ, М., 2010.

# Результаты



- Защищены 7 кандидатских и 1 докторская диссертации
- Выпущен 51 специалист
- Получено 48 патентов РФ на изобретения и полезные модели
- Опубликовано 7 монографий и 49 научных статей
- Изданы 1 учебник и 9 учебных пособий

## Участие в ФЦП



### **ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008-2010 годы»**

Разработка системных проектных решений по созданию информационной сети для обмена научно-техническими и интеллектуальными данными между центрами НИС (2008-2009 гг.)

### **Новые проекты для ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008—2011 годы»**

1. Создание обучающего программно-эмуляторного и аналитического комплекса с функцией удаленного доступа для мультидисциплинарной подготовки высококвалифицированных кадров и компьютерного научно-информационного сопровождения исследований и технологического проектирования в области наноиндустрии.
2. Создание информационно-образовательной среды для выполнения комплекса поисковых работ в области моделирования новых типов наноприборов: белковых наномашин, наноловушек, транзисторов и фильтров на основе нанотрубок и графена, а также мезоскопических эффектов, сопровождающих перенос зарядов, волн и тепла в твердотельных наноструктурах .