



История, достижения и перспективы развития научной школы

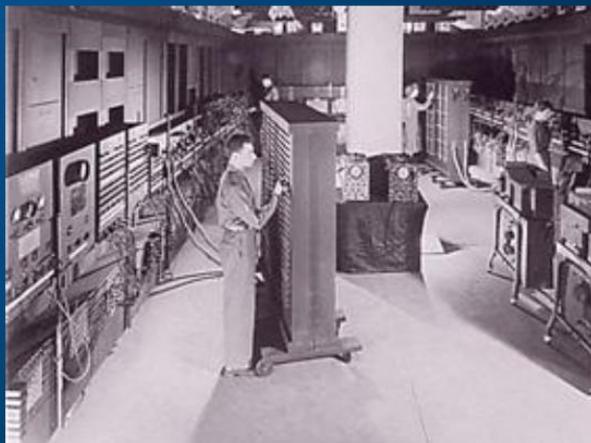
"Нанотехнологии, наноэлектроника, наносистемы"

профессор Коноплев Борис Георгиевич, научный руководитель

Научно-образовательного центра «Нанотехнологии» ЮФУ

**В 1945 году в США для решения задач баллистики
был создан первый компьютер**

Electronic Numerical Integrator And Computer (ENIAC)



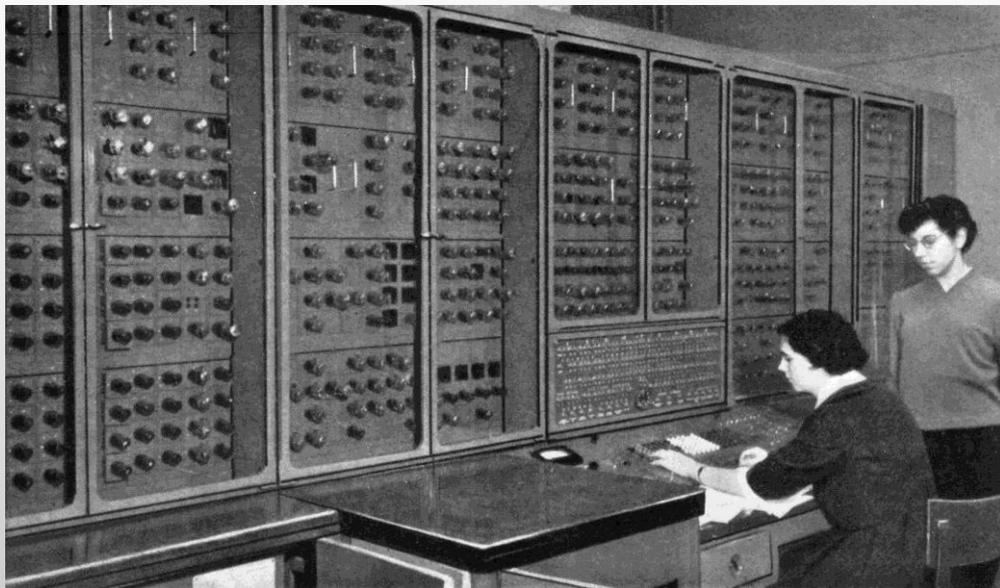
ENIAC выделялся размерами: весил 28 тонн, потреблял 140 кВт энергии и охлаждался авиационными двигателями Chrysler.

Оборудование монтировалось в течение трех лет - с 1943 по 1945 годы

Были использованы примерно 18 тыс. вакуумных ламп, 7 тыс. диодов и 70 тыс. резисторов.

Основная проблема – низкая надежность

ЭВМ НА ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМПАХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ



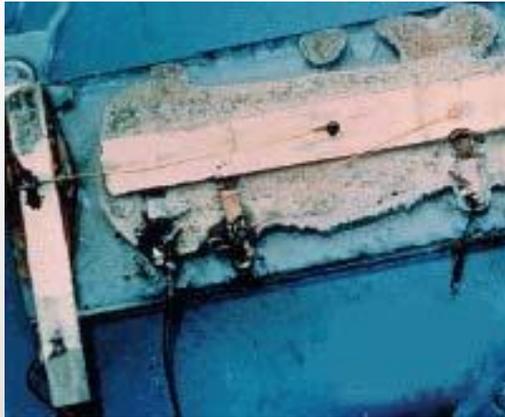
ЭВМ «Урал», ТРТИ, 1960 год

20 000 вакуумных ламп



ноутбук, 2005 год

несколько миллионов транзисторов

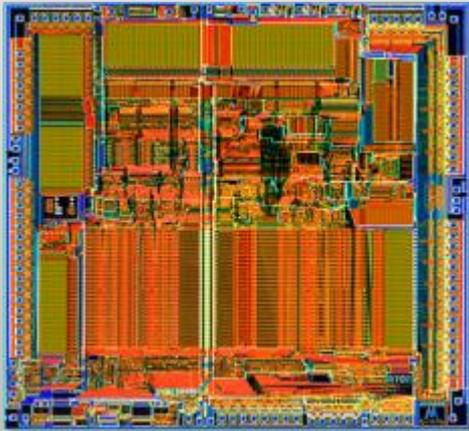


Первый прототип ИС (транзистор, два резистора, и конденсатор на кристалле кремния)

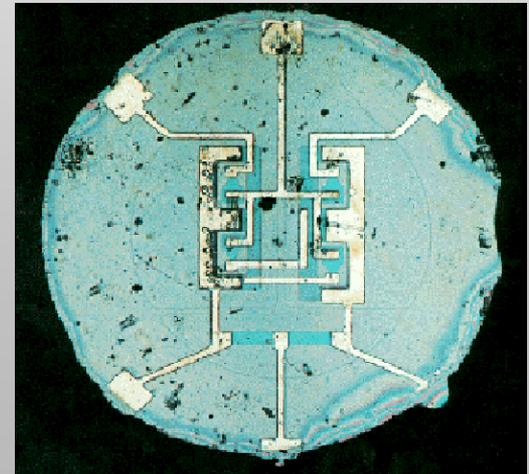
Jack Kilby, *Texas Instruments*, 1958

Первая планарная ИС

Robert Noyce, *Fairchild Semiconductor*, 1959

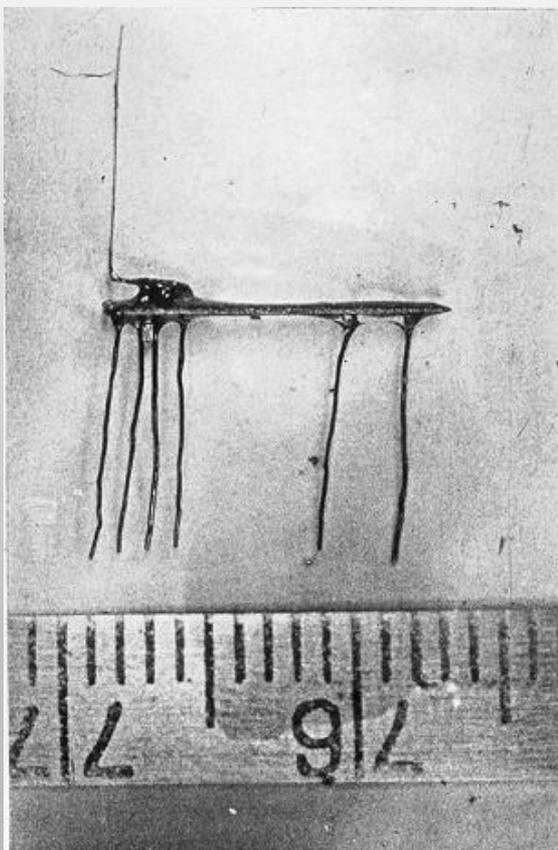


Современная ИС (более 1 млрд. транзисторов на кристалле кремния)





В Таганрогском радиотехническом институте под руководством Леонарда Николаевича Колесова в 1961 г. была создана первая в Советском Союзе полупроводниковая интегральная схема



82

ТАГАНРОГСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. и СОЮЗ РСФСР

Отделение научно-исследовательских лабораторий Ростовского Совнархоза при ТРТИ.

Научно-исследовательская работа: "Миниинтегральная схема радиолотной аппаратуры."

Научный руководитель работы
К.Т.Н., доцент КОЛЕСОВ Л.Н.

О Т Ч Е Т

ПО ТЕМЕ: "РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА УЗЛОВ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ АНАЛОГОВ НА ОСНОВЕ ИДЕИ ТОНКОГО ТЕЛА."

Руководитель темы: АЛАМОВ В.Г.

Машинка: ТРТИ и РСНХ.

Протокол по научной работе
К.Т.Н., доцент КОЛЕСОВ Л.Н. / КОЛЕСОВ Л.Н. /

Начальник ИСИА
КОЛЕСОВ Л.Н. / КОЛЕСОВ Л.Н. /

Научный руководитель ИИИ
К.Т.Н., доцент КОЛЕСОВ Л.Н. / КОЛЕСОВ Л.Н. /

Зав. сектором ИИИ
КОЛЕСОВ Л.Н. / КОЛЕСОВ Л.Н. /

г. Таганрог
- 1961 г. -

СИФ
ОМС ТРТИ
№ 242

Работы по теме велись с 1959 по 1961 г.



Год создания первой ИС (1961) считается годом основания научной школы в области микротехнологий, микроэлектроники, микроэлектронных систем



Коллектив создателей первой интегральной схемы

Основные принципы микроэлектроники:

Принцип конструктивной интеграции – объединение всех функциональных электрорадиоэлементов на (в) одном конструктивном основании. Обеспечивает резкое повышение надежности, уменьшение габаритов и массы аппаратуры

Принцип технологической интеграции – обработка многих (десятки-тысячи) кристаллов микросхем в едином технологическом процессе. Обеспечивает снижение стоимости и разброса параметров микросхем



10 сентября 2016 года была открыта мемориальная доска на здании университета в Таганроге, где была создана первая отечественная полупроводниковая микросхема



Ректор ЮФУ Боровская Марина Александровна



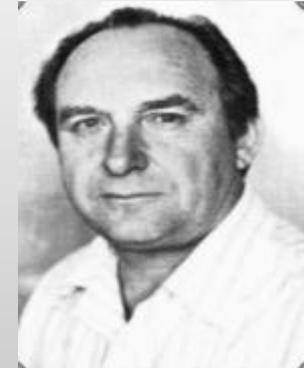
Профессор Механцев Евгений Борисович



Основатель научной школы в области микроэлектроники
заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры, начальник
отраслевой научно-
исследовательской лаборатории
Колесов Леонард Николаевич



Заведующий кафедрой
конструирования
радиоэлектронной
аппаратуры
Пономарев Михаил
Федорович



Заведующий кафедрой
технологии
радиоэлектронной
аппаратуры
Сеченов Дмитрий
Акимович

Три поколения...





● Разработаны новые методы конструирования и технологии микроэлектроники:

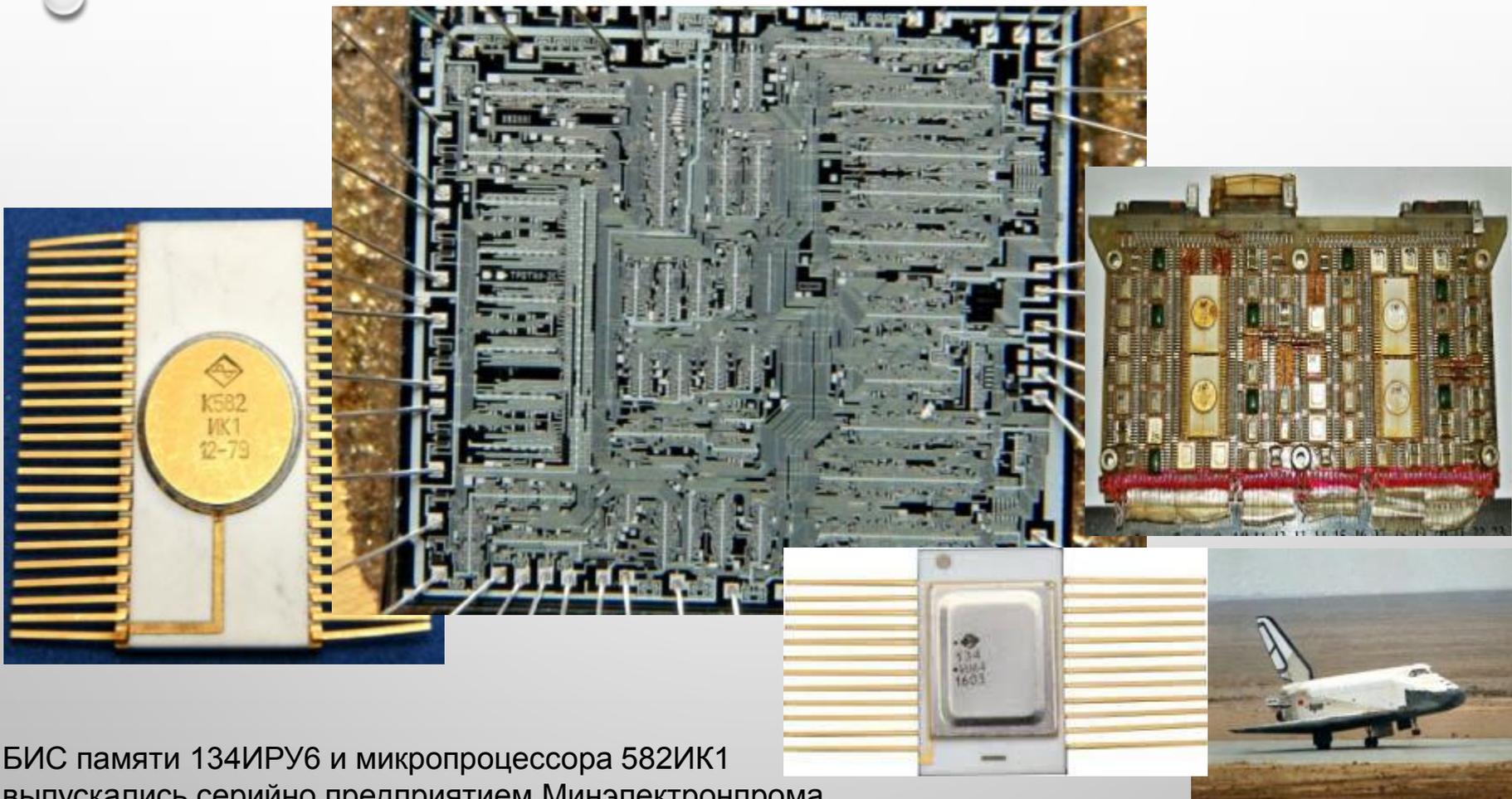
Метод построения функционально-интегрированных структур – объединение в одной области функций нескольких элементов ИС. Обеспечивает значительное уменьшение размеров, потребляемой мощности и повышение быстродействия элементов ИС

Методы построения нетермически активируемых технологических процессов. Обеспечивают сокращение времени выполнения операций, повышение параметров микросхем

Создание в ТРТИ-ТРТУ-ЮФУ инфраструктуры для исследований и разработок в области микротехнологий, микроэлектроники, микросистем

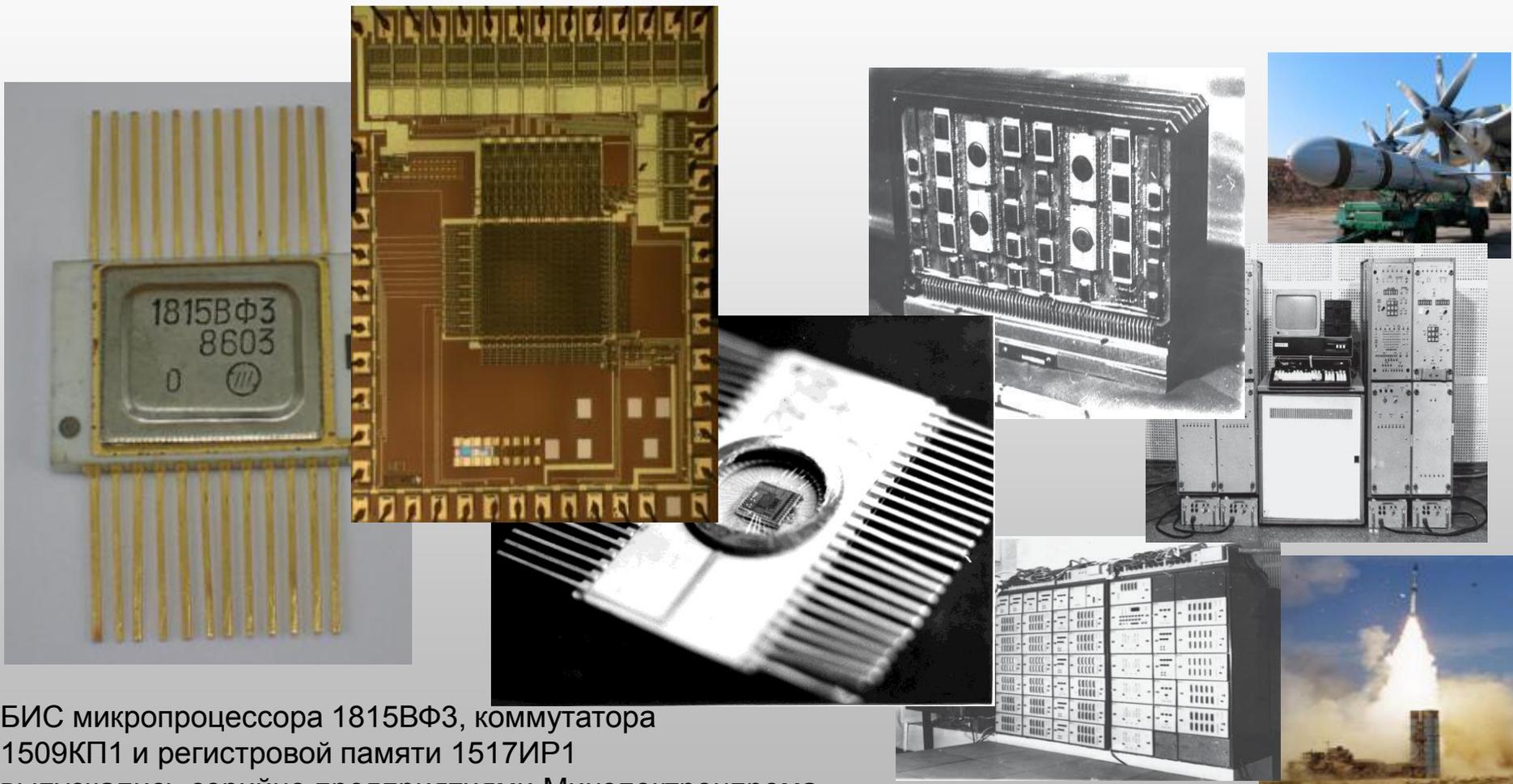
- 1958 - Отраслевая научно-исследовательская лаборатория малогабаритной аппаратуры**
- 1962 – Проблемная лаборатория по микроэлектронике**
- 1965 – Экспериментальный цех по производству интегральных схем**
- 1969 - Особое конструкторское бюро моделирующих и управляющих систем**
- 1972 – Научно-исследовательский институт однородных микроэлектронных вычислительных структур**
- 2003 – Научно-образовательный центр «Нанотехнологии»**
- 2008 – Реконструкция НОЦ «Нанотехнологии»**

Некоторые результаты исследований и разработок



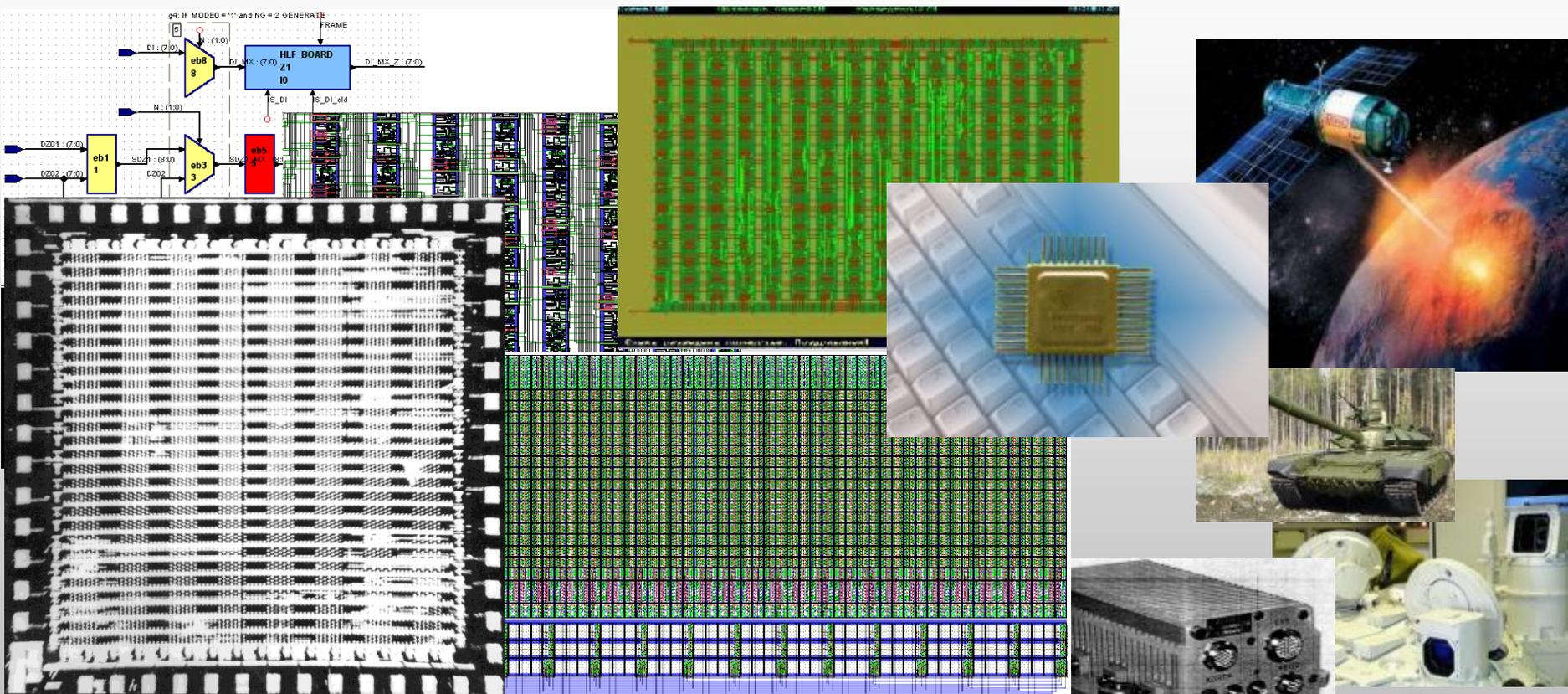
БИС памяти 134ИРУ6 и микропроцессора 582ИК1
выпускались серийно предприятием Минэлектронпрома

Некоторые результаты исследований и разработок



БИС микропроцессора 1815ВФ3, коммутатора 1509КП1 и регистровой памяти 1517ИР1 выпускались серийно предприятиями Минэлектронпрома

Некоторые результаты исследований и разработок



БМК на И2Л-структурах (первый в СССР)
Радиационно-стойкое ОЗУ
БИС арбитра шин 5503XM2-086
IP-ядра для обработки изображений



Открытие Научно-образовательного центра «Нанотехнологии» ЮФУ в 2008 году после реконструкции



НОЦ «Нанотехнологии» был образован в 2003 г. на базе
Учебно-научно-технического центра «СБИС»



НОЦ «Нанотехнологии» ЮФУ

Лаборатория
кластерных
нанотехнологий





НОЦ «Нанотехнологии» ЮФУ



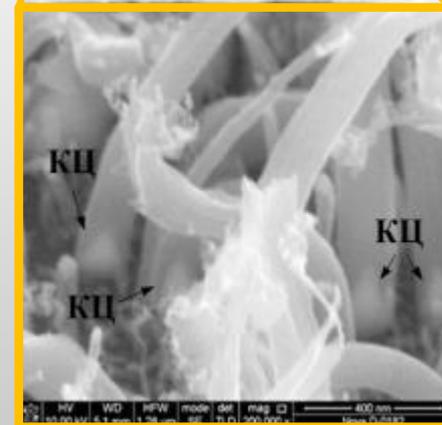
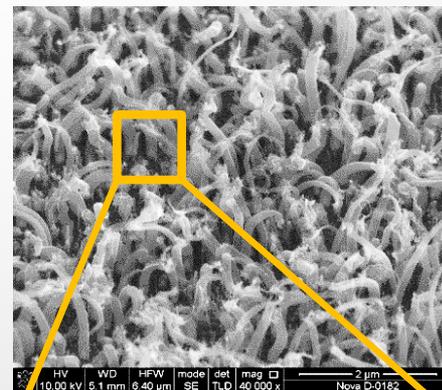
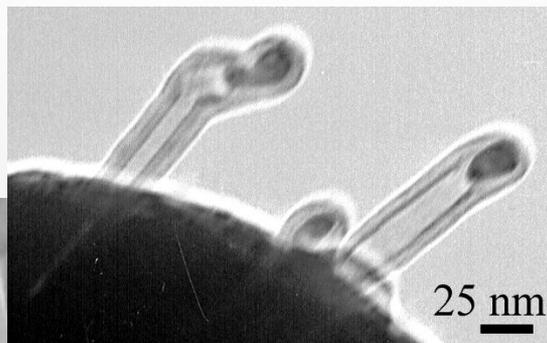
Гермозона-2 НОЦ НТ

Некоторые результаты исследований и разработок

Физико-технологические основы синтеза массивов вертикально ориентированных углеродных нанотрубок методом PECVD

Методика получения УНТ по контролируемому механизму роста

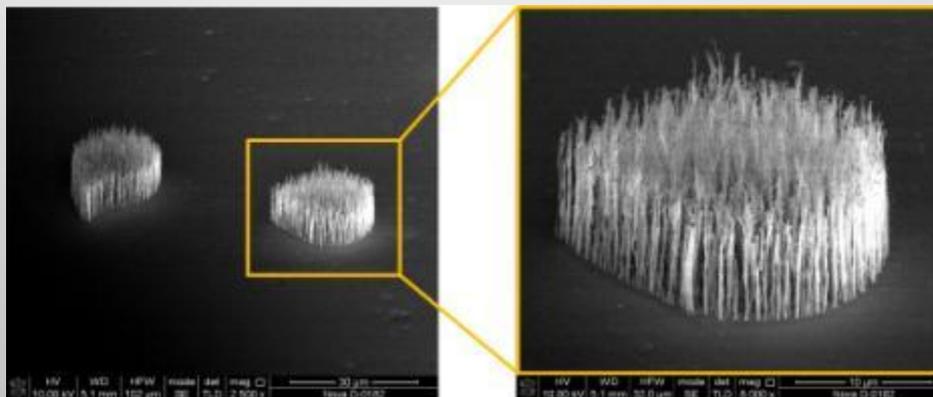
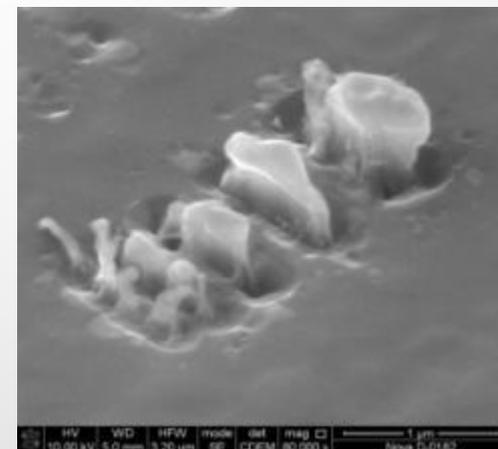
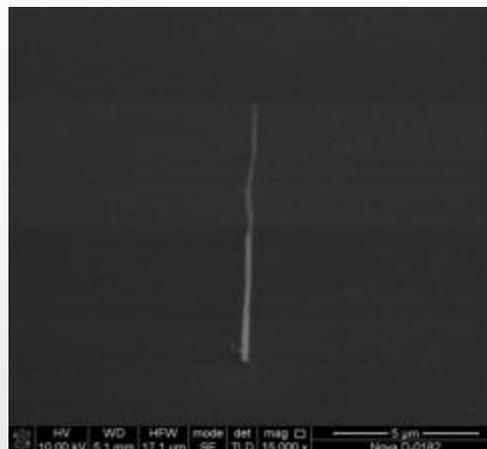
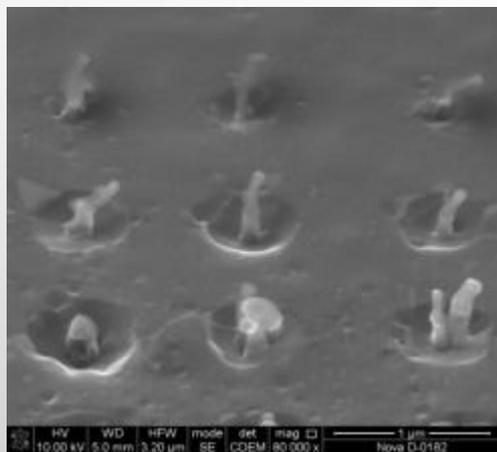
Вершинный механизм





Физико-технологические основы синтеза массивов вертикально ориентированных углеродных нанотрубок методом PECVD

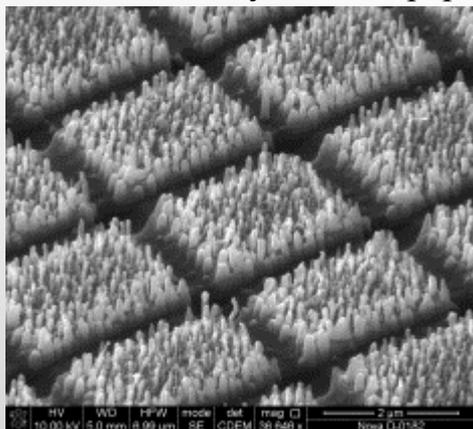
Методики создания локализованных массивов, позиционированных вертикально ориентированных УНТ и графена



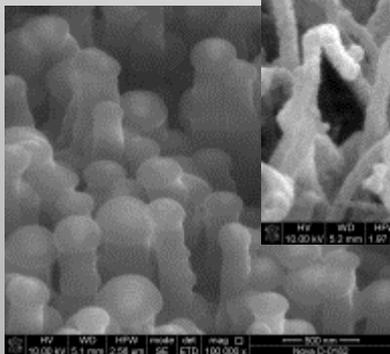


Физико-технологические основы синтеза массивов вертикально ориентированных углеродных нанотрубок методом PECVD

Методика получения иерархических материалов на основе массивов вертикально ориентированных УНТ



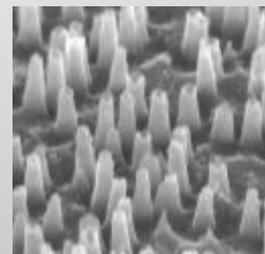
УНТ с
конформным
покрытием



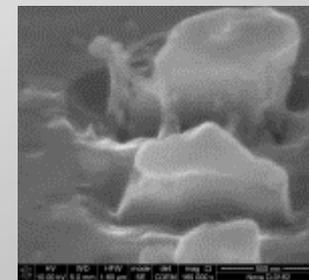
Разветвленные УНТ



“открытые” УНТ



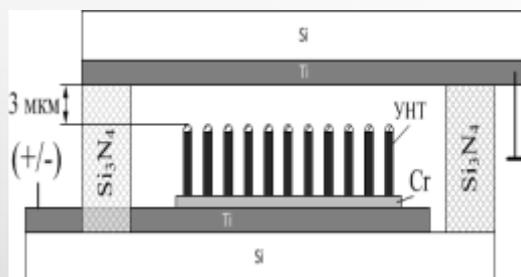
Графен



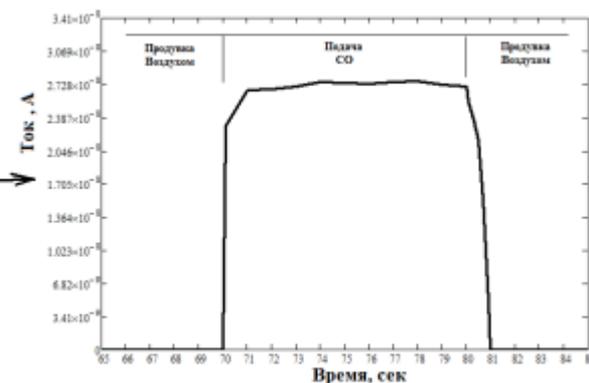
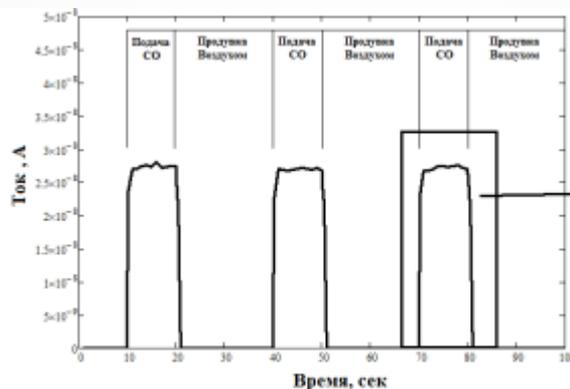


Физико-технологические основы синтеза массивов вертикально ориентированных углеродных нанотрубок методом PECVD

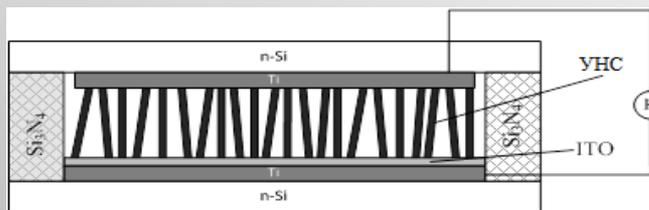
Конструкции и технологии изготовления чувствительных элементов сенсоров газов и вакуумметров на основе массивов вертикально ориентированных углеродных нанотрубок



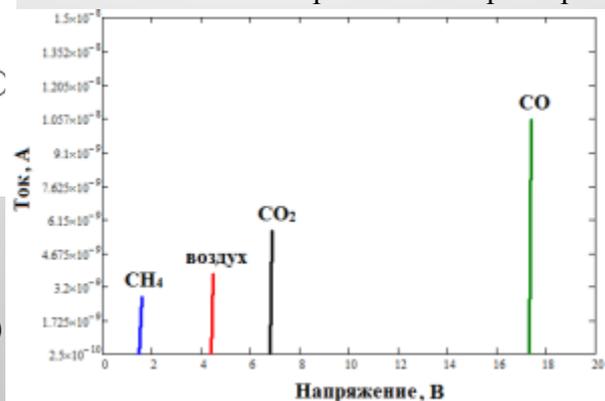
Ионизационный газовый сенсор
(Патент РФ №144097, 24.12.2013)



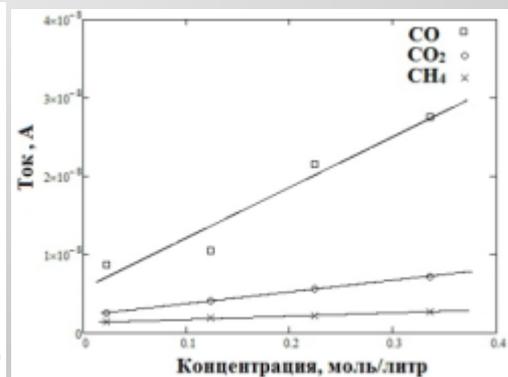
Токо-временные характеристики при подаче СО



Газовый сенсор на основе гибридных наноматериалов
(Патент РФ № RUS 133312, 09.04.2013)



Зависимости тока разряда от напряжения для различных газов

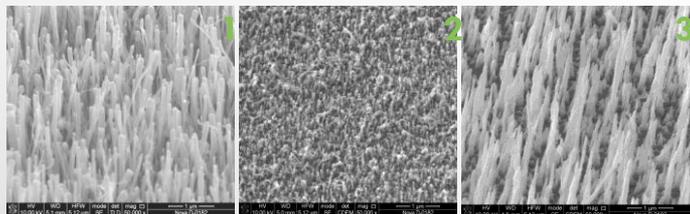


Зависимость тока разряда от концентрации газа

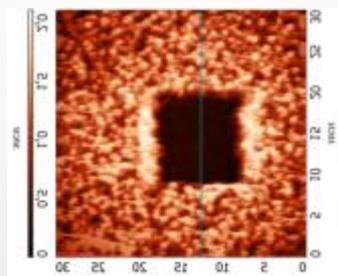


Конструктивно-технологические основы создания перспективных энергонезависимых устройств хранения информации на вертикально ориентированных углеродных нанотрубках

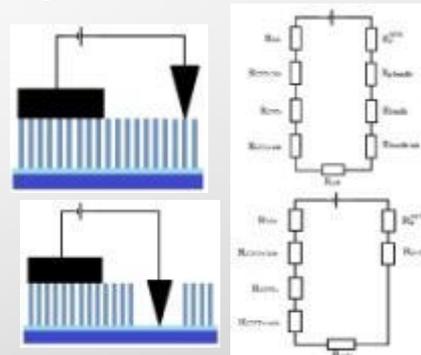
Методики зондовой нанодиагностики электрических, механических и адгезионных параметров ВОУНТ



Методика определения высоты ВОУНТ (МВИ № 022-01.00281-2011)



Методика определения удельного сопротивления ВОУНТ



$$R_{tot}^{STM} = R_0^{STM} + R_{CNT/sub} + R_{CNT} + R_{tun}$$

$$R_0^{STM} = R_{Me} + R_{CNTs/Me} + R_{CNTs} + R_{CNTs/sub} + R_{sub} + R_p^{STM}$$

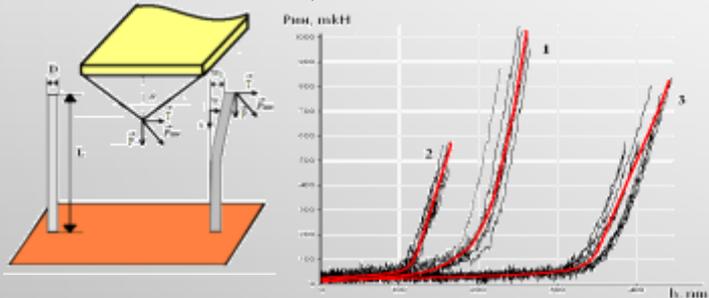
$$R_{CNT}^{STM} = R_{tot}^{STM} - R_0^{STM} \cdot \rho_{el} = R_{CNT}^{STM} \frac{S}{L}$$

$$R_{CNT}^{STM} = 67 \text{ кОм}$$

$$\rho_{el} = 8,32 \pm 3,18 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_c = 1,13 \cdot 10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$$

Методика определения механических параметров массивов ВОУНТ (МВИ № 021-01.00281-2011)



$$E = \frac{64(P_{IND} - P_i) \cos \theta}{\pi D^2 k^2}$$

Работа адгезии ВОУНТ к нижнему электроду

$$W_a = \frac{F(x_0, t_a) \Delta L(x_0, t_a)}{S} = \sigma(x_0, t_a) \Delta L(x_0, t_a)$$

Адгезионная прочность ВОУНТ

$$f_0 = F_{at}(t_0) / S \quad f_0 = 1,43 \pm 0,29 \text{ ГПа}$$

$$E_1 = 1,68 \pm 0,38 \text{ ТПа}$$

$$E_3 = ,05 \pm 0,21 \text{ ТПа}$$

$$W_a = 3,07 - 10,76 \text{ мкДж/м}^2$$



Физико-технологические основы синтеза иерархических материалов на основе полимерных нанокомпозитов с графеном

Закономерности получения пленок иерархических материалов на основе полимерных нанокомпозитов с графеном с контролируруемыми параметрами

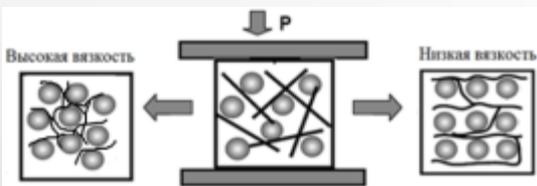
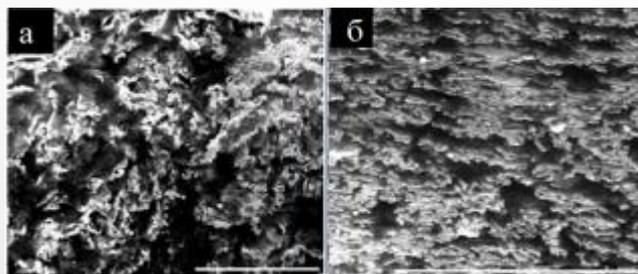
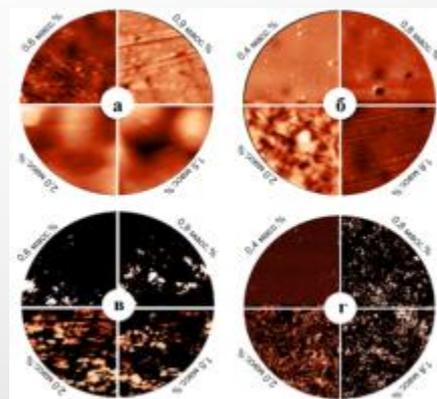


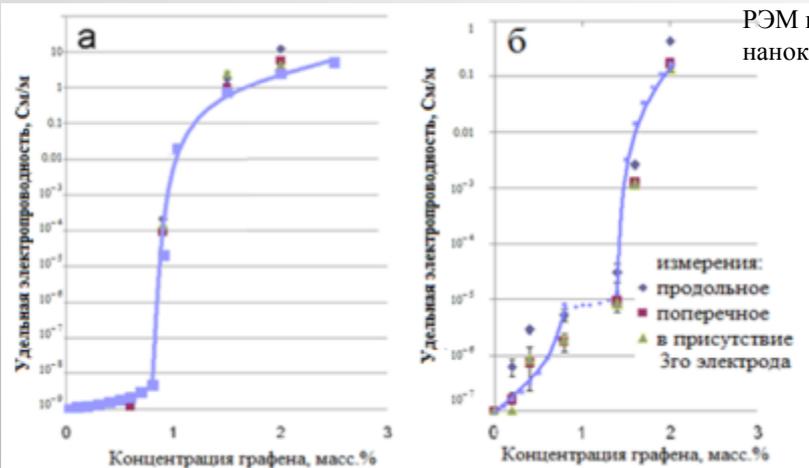
Схема процесса прессования из расплава с учетом вязкости полимерной матрицы



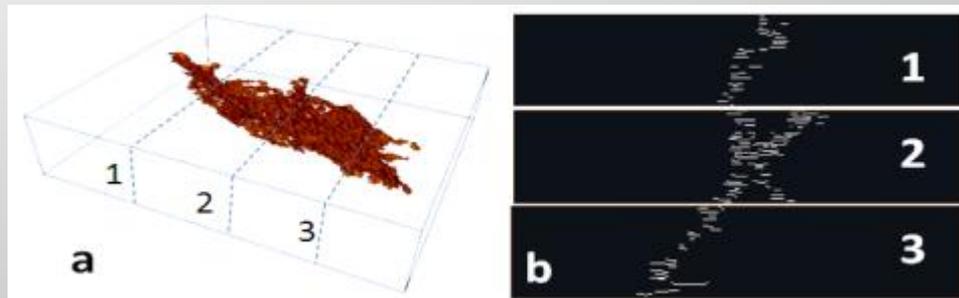
РЭМ изображения боковой поверхности нанокомпозитов Gr/PP и Gr/PS



АСМ-изображение морфологии (а, б) и сопротивления растеканию (в, г) поверхности образцов ПНК GR/PS (а, в) и GR/PP (б, г)



Зависимость удельной электропроводности нанокомпозитов от концентрации графена: а- GR/PS; б- GR/PP

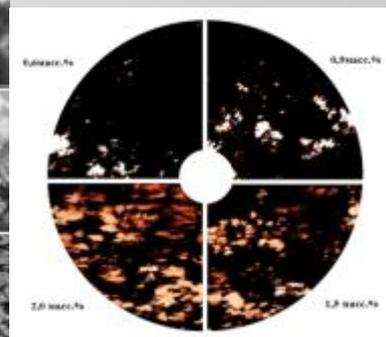
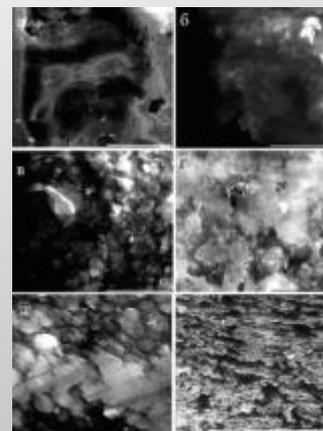
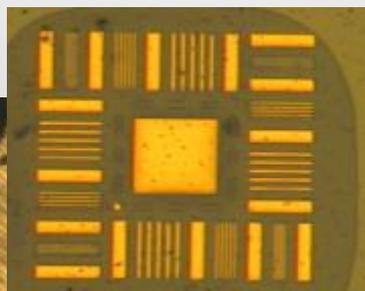
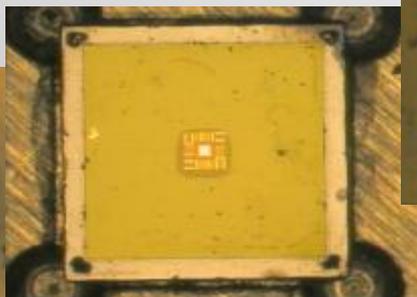
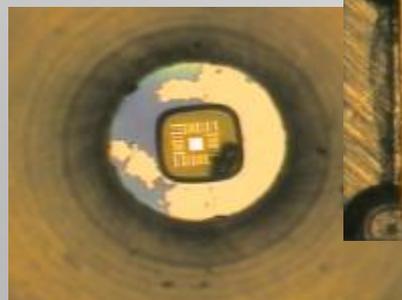
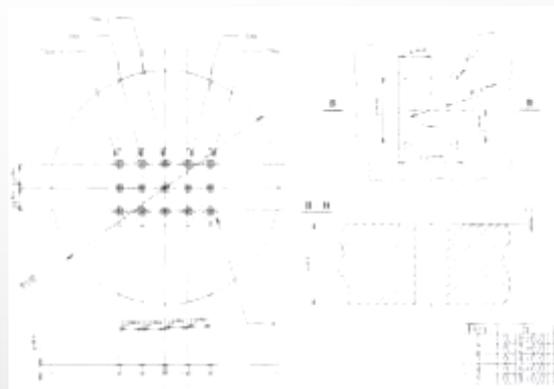
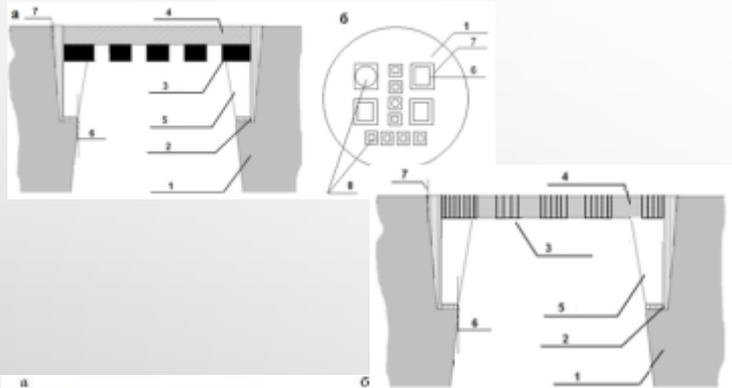


3D реконструкция кластера графена объемом 2,5x2,5x0,34 мкм³, б) кросс-секция



Физико-технологические основы синтеза иерархических материалов на основе полимерных нанокомпозитов с графеном

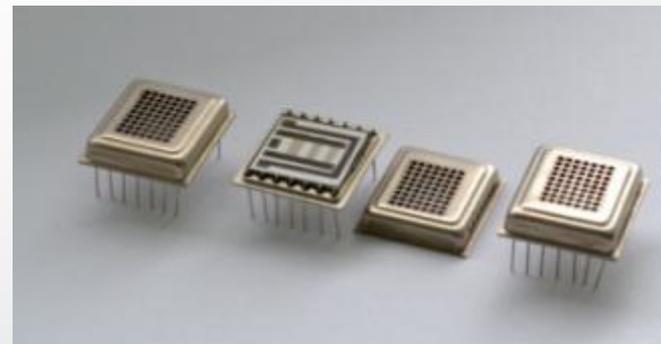
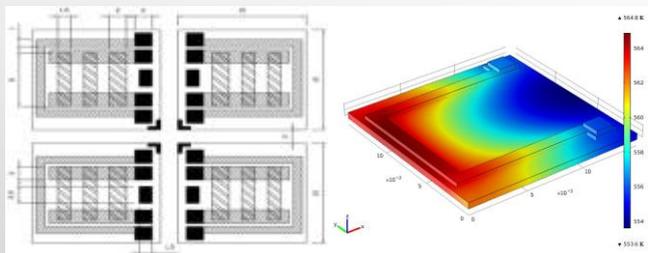
Конструкция и технология изготовления маски рентгеновской литографии для LIGA-технологии на основе нанокомпозита с УНТ (Патент РФ № 88187, 15.06.2009г)





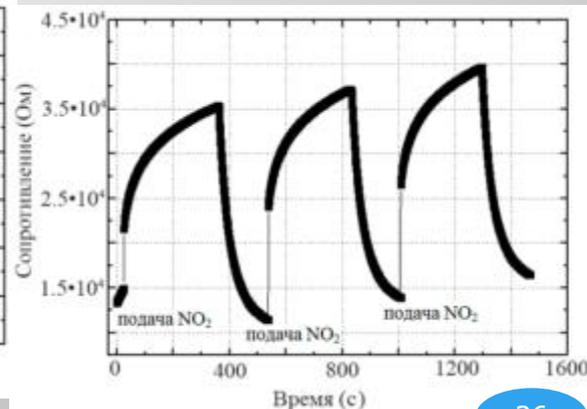
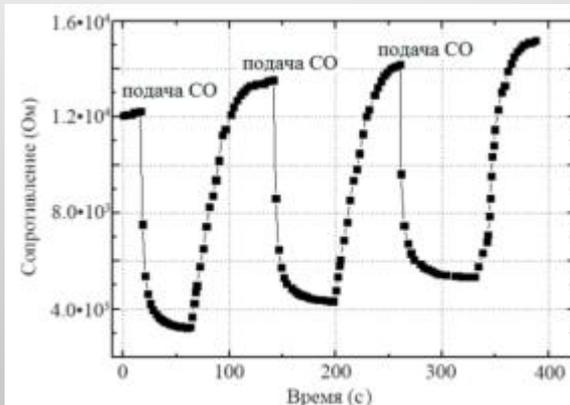
Физико-технологические основы синтеза наноструктурированных пленок оксидов металлов методом ионно-стимулированного импульсного лазерного осаждения

Конструкция и технология изготовления чувствительного элемента порогового газового сенсора на основе наноструктурированных пленок ZnO (Патент РФ № 133312, 09.04.2013)



а) Внешний вид температурно-газового детектора (а) и сервисного блока пожарного приемно-контрольного прибора (б) комплекса раннего обнаружения, оповещения о пожаре и концентрации опасных, токсичных газов и вредных веществ

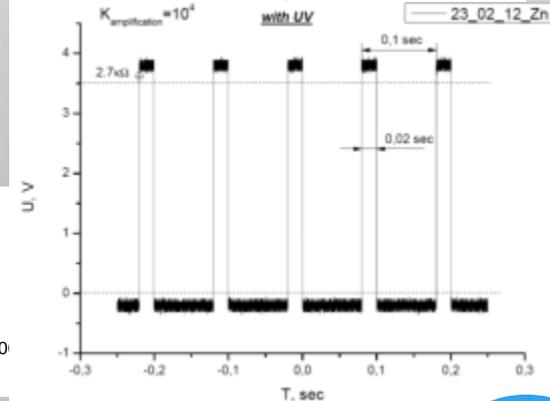
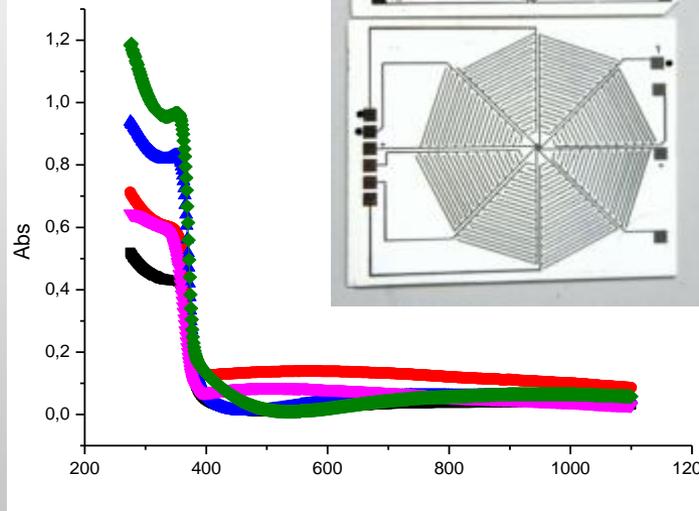
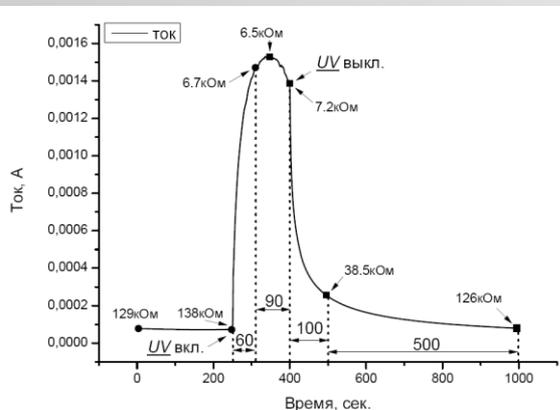
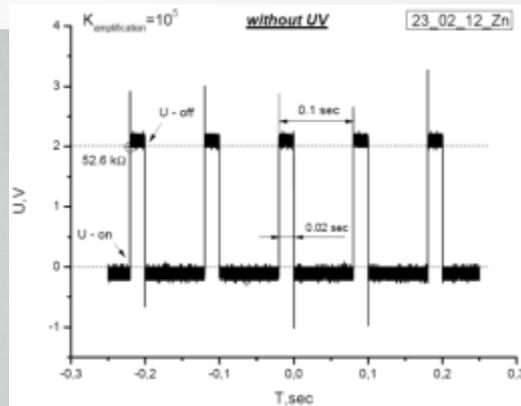
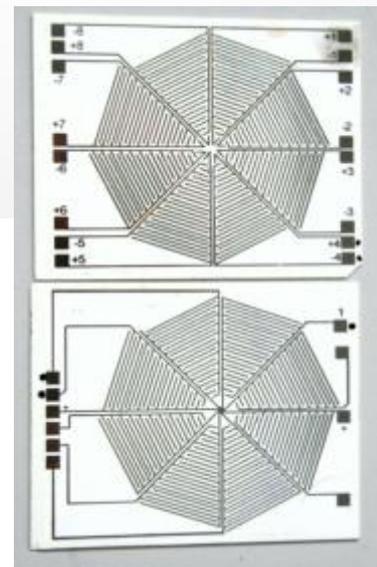
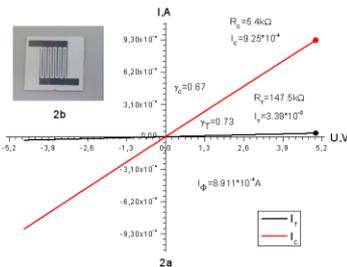
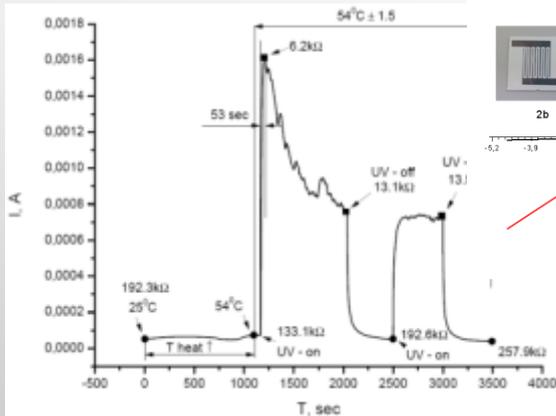
Макеты чувствительных элементов газовых сенсоров на основе наноструктурированных пленок ZnO





Физико-технологические основы синтеза наноструктурированных пленок оксидов металлов методом ионно-стимулированного импульсного лазерного осаждения

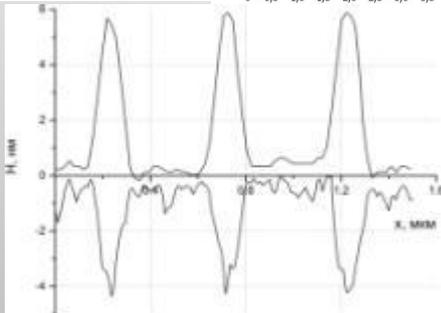
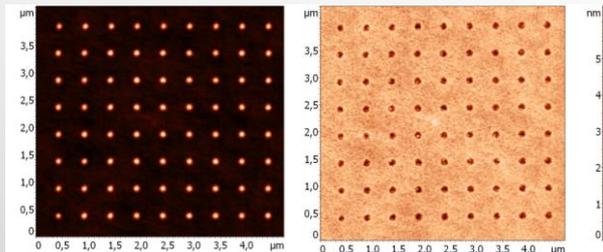
Конструкция и технология изготовления УФ-фотодетекторов на основе наноструктурированных пленок ZnO (Патент РФ № 102847, 25.10.2010)





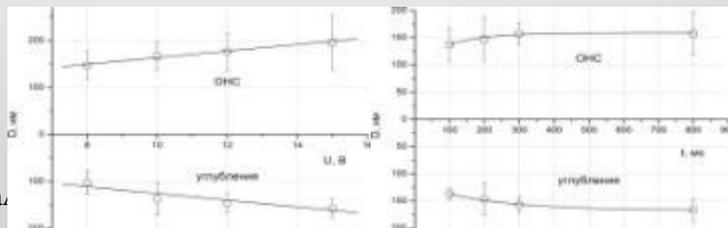
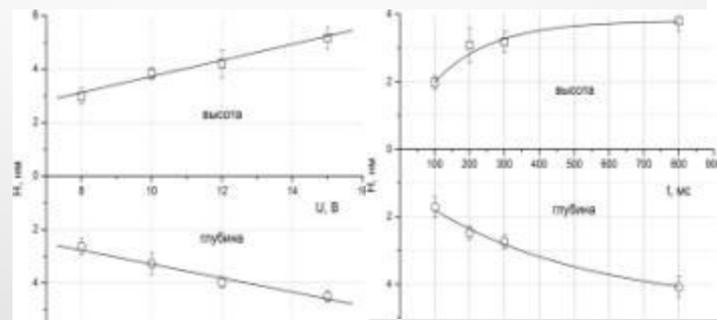
Физико-технологические основы формирования наноструктур на основе арсенида галлия методом молекулярно-лучевой эпитаксии

Закономерности режимов наноразмерного профилирования GaAs для создания устройств обработки и хранения информации



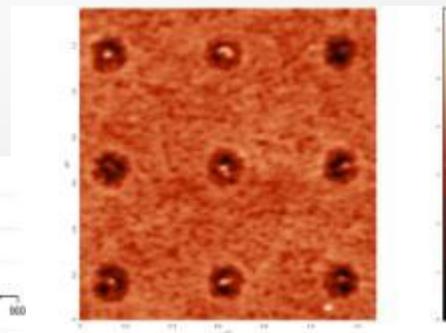
Нанопрофилированная методом ЛАО поверхность GaAs до и после удаления ОНС и профилограммы

Зависимость высоты ОНС и глубины профилирования GaAs

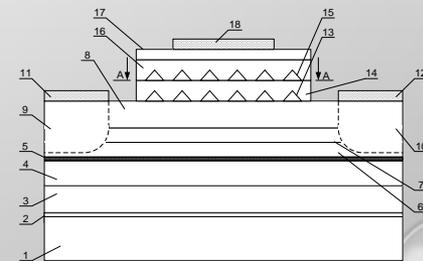


амплитуды
импульса напряжения

длительности
импульса напряжения

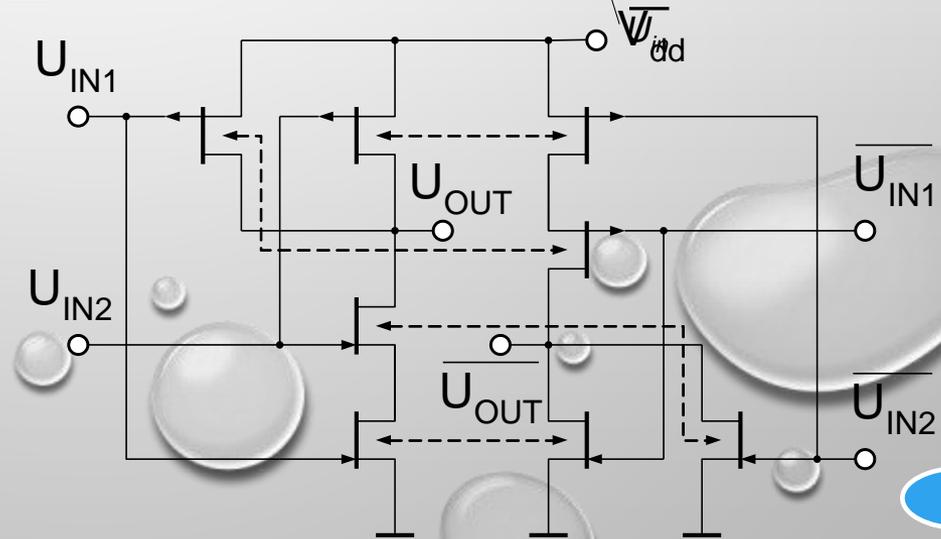
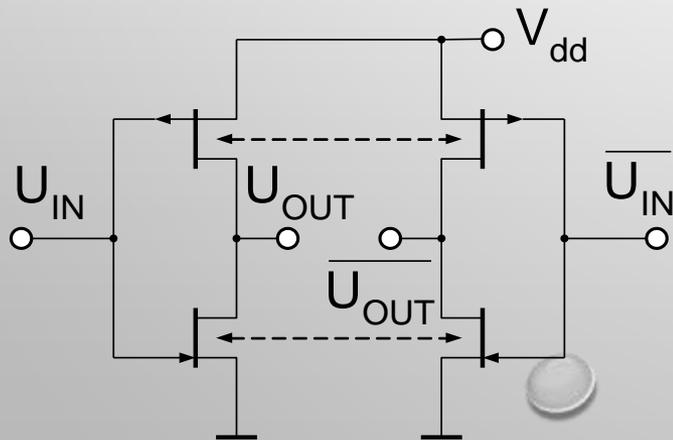
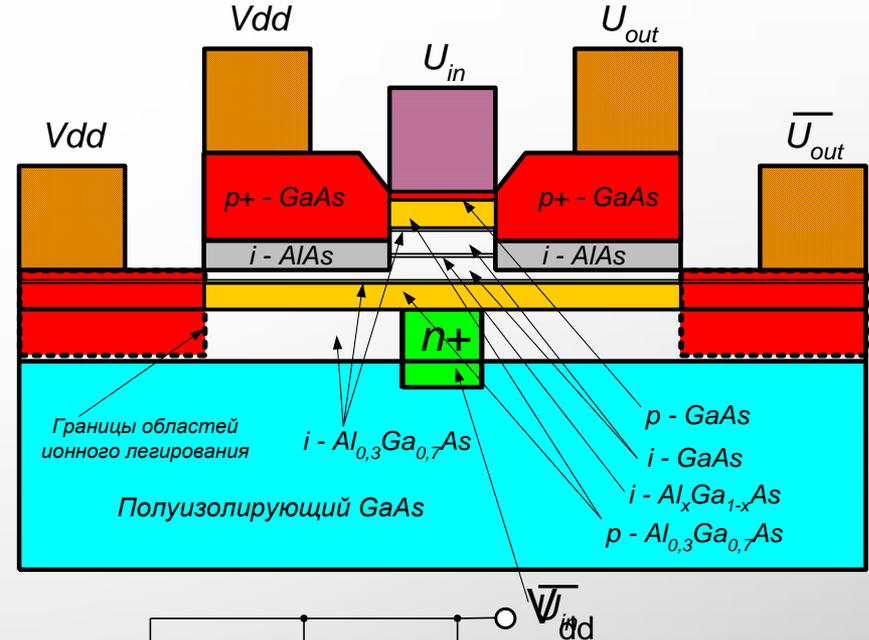
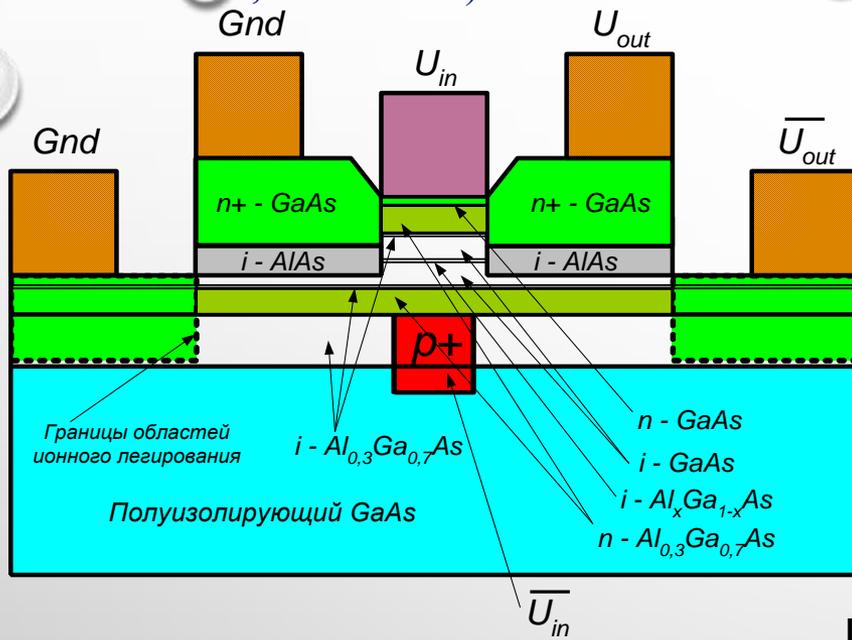


Прототип элемента спиновой наносистемы с кластерами Ga



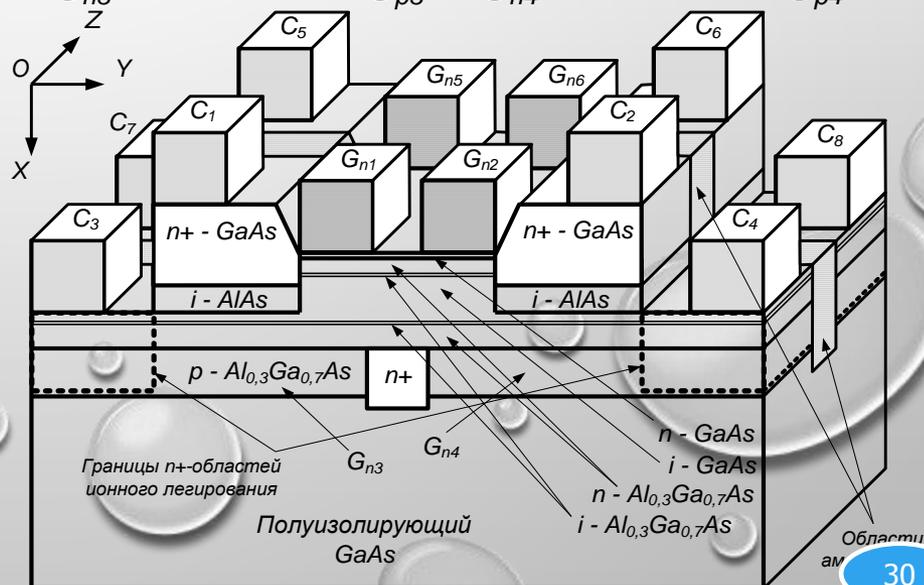
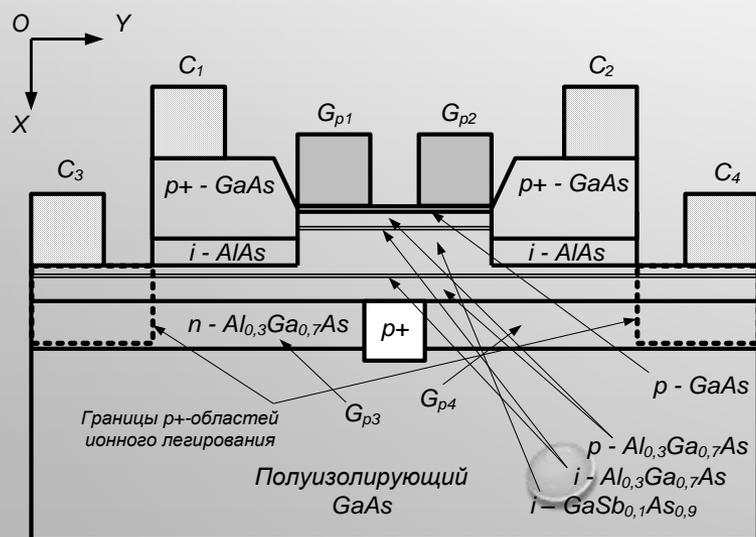
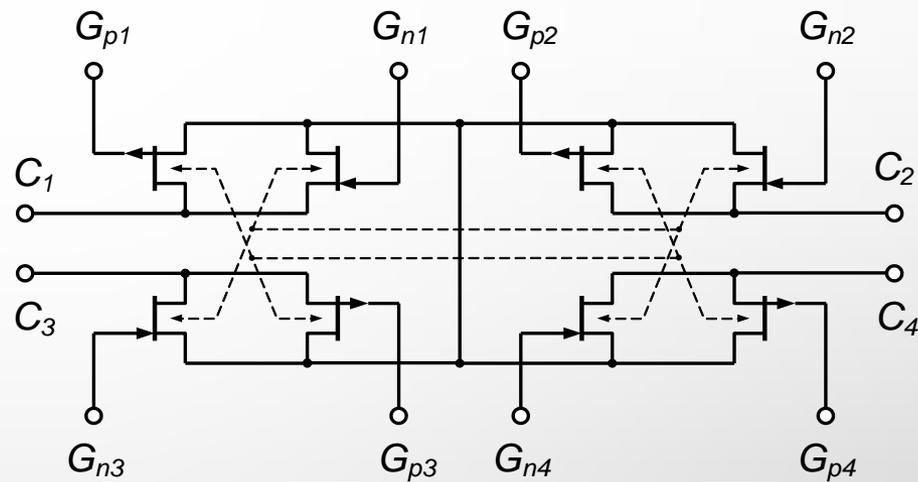
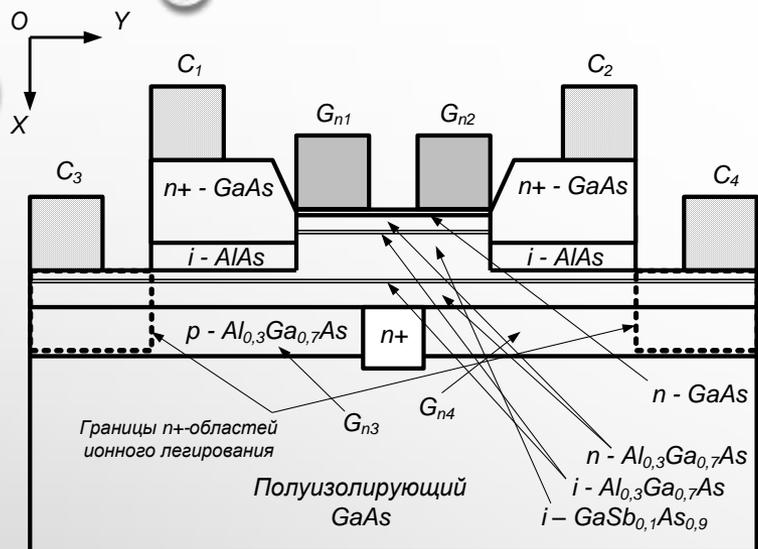


Сверхбыстродействующие интегральные логические элементы на основе туннельно-связанных наногетероструктур с взаимодополняющими типами проводимости (Патент РФ № 102847, 25.10.2010)



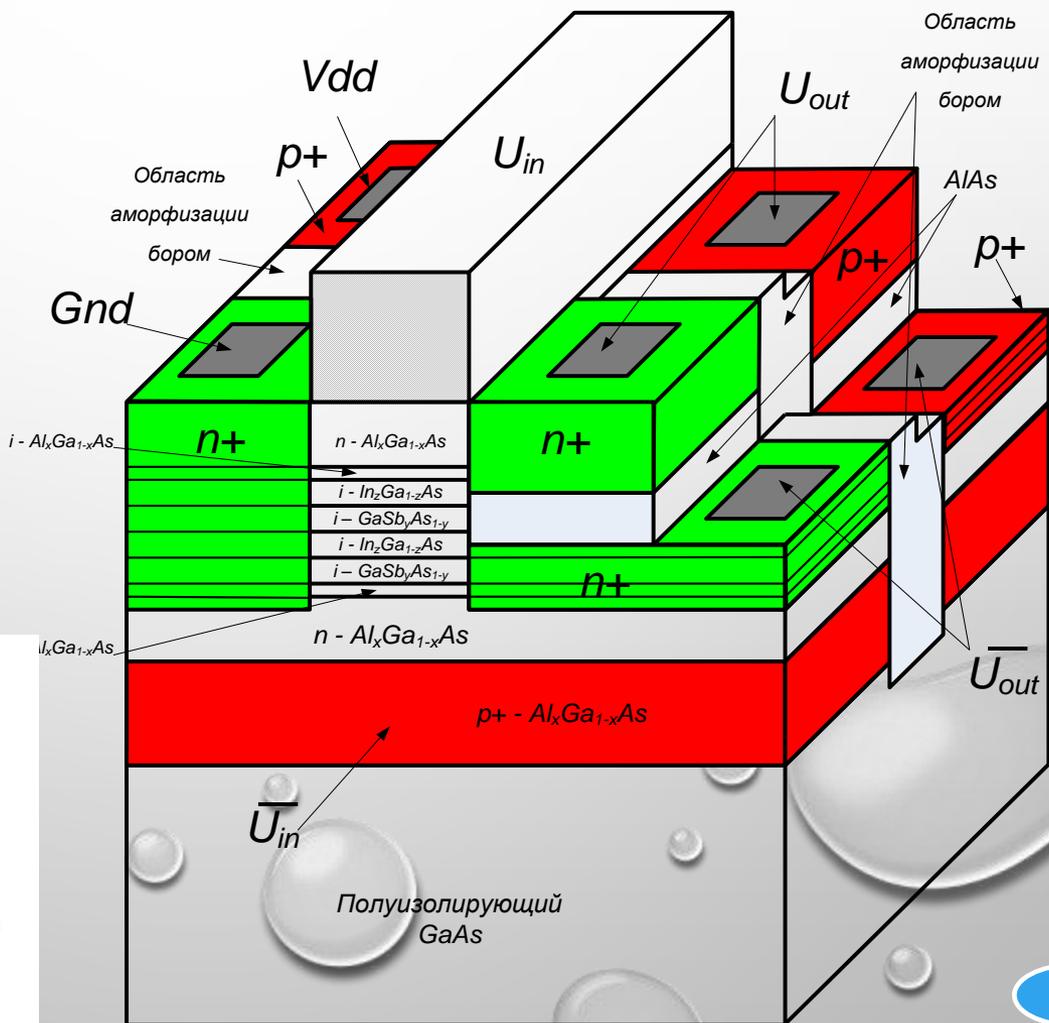
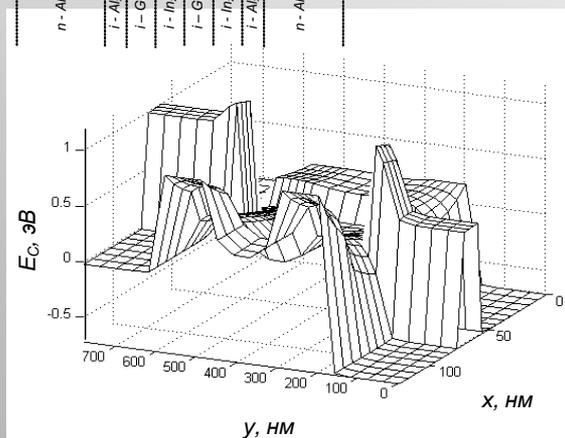
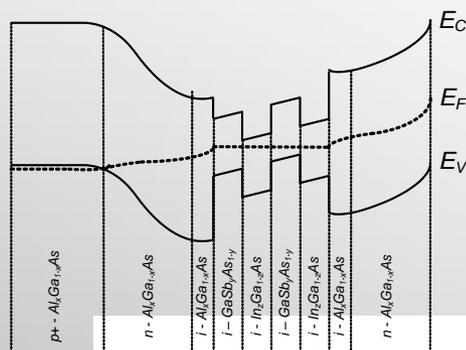
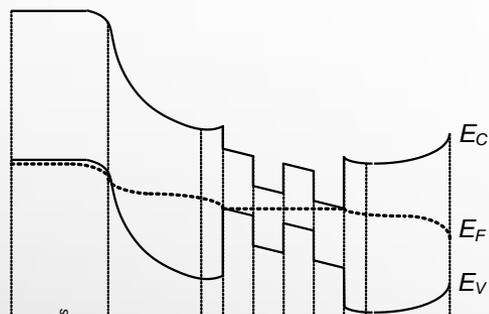


Интегральные СВЧ-коммутаторы на основе объединенных квантовых областей с взаимодополняющими типами проводимости (Патент РФ № 2304825, 20.08.2007)



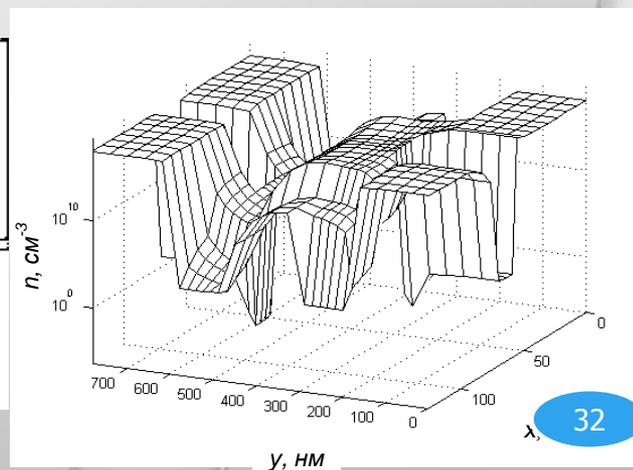
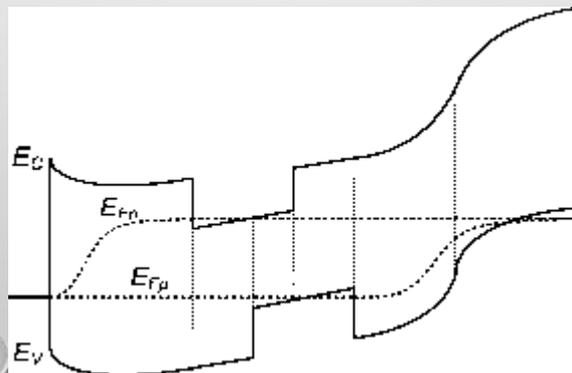
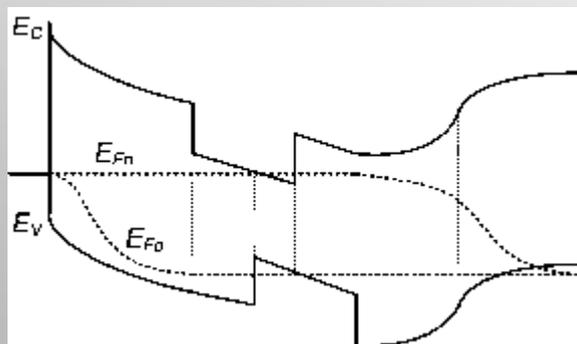
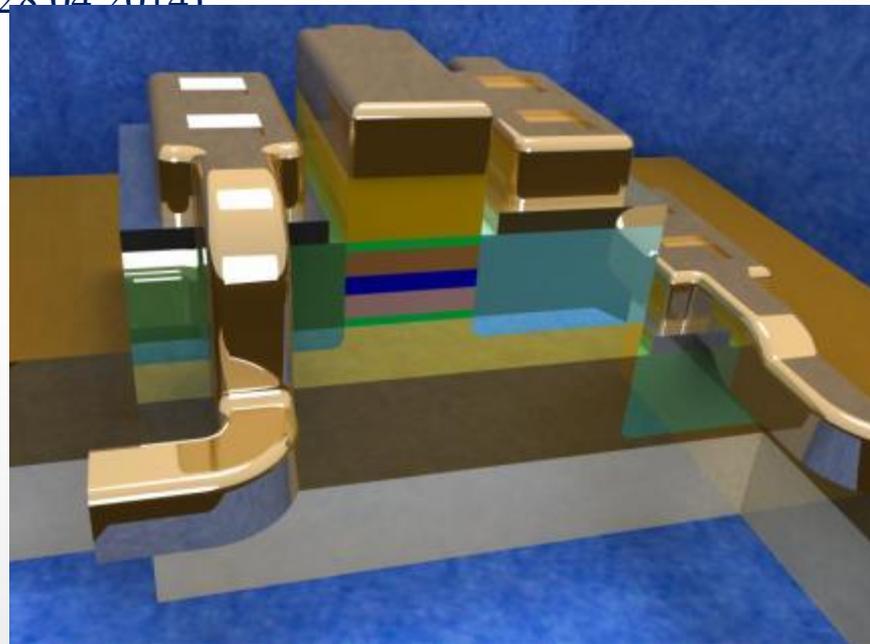
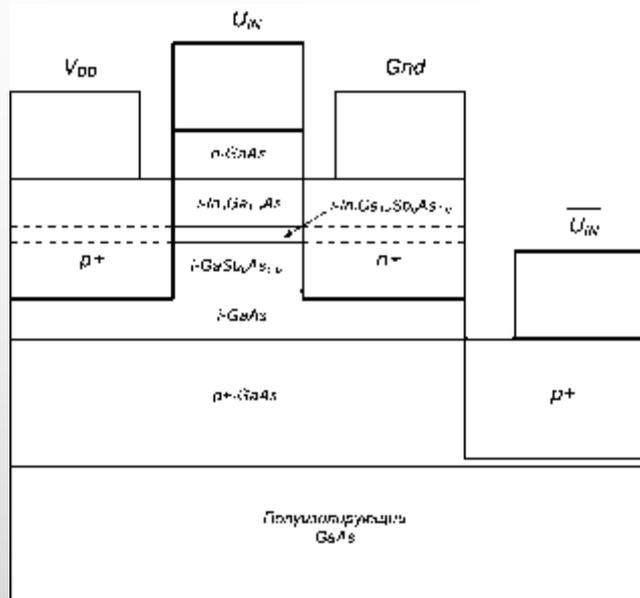


Совмещенные интегральные логические элементы на основе сверхрешеток второго типа (Патент РФ № 2377693, 27.12.2009)



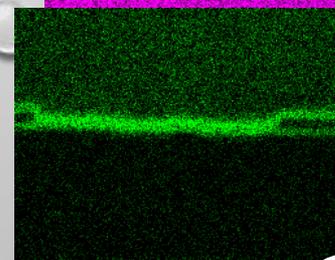
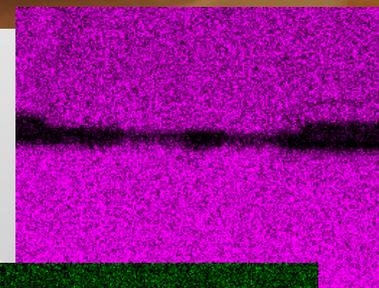
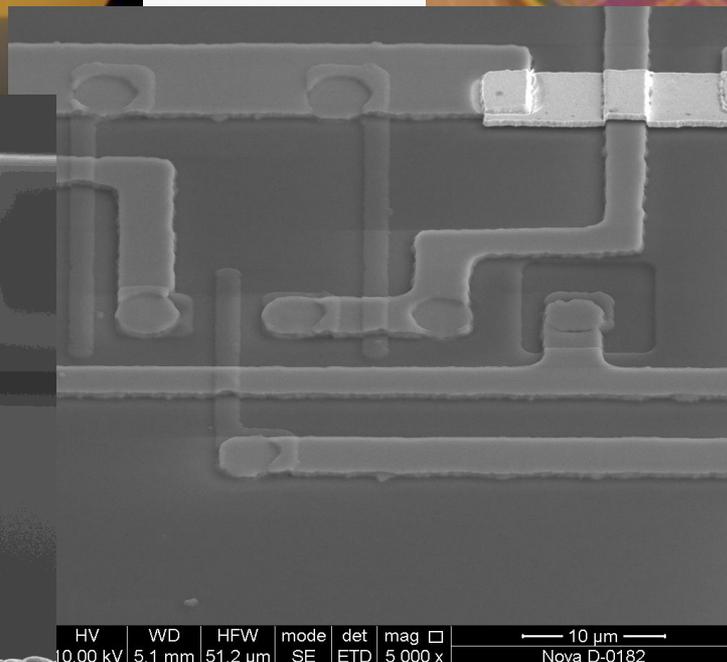
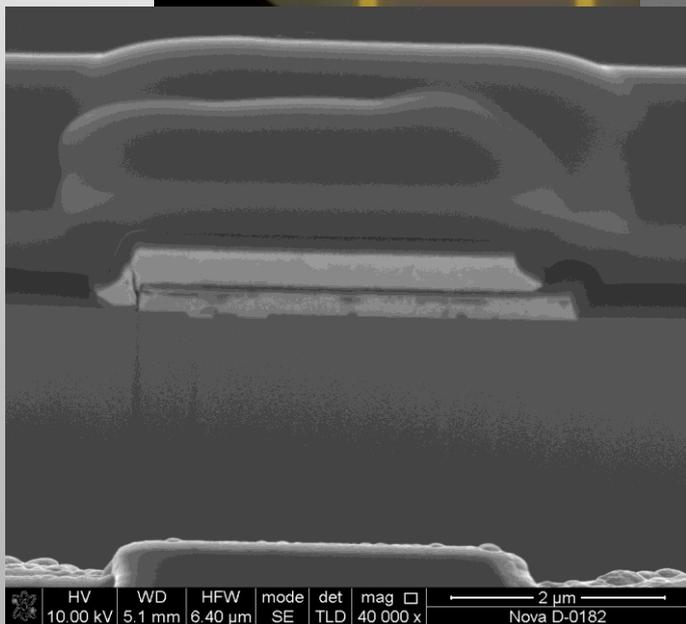
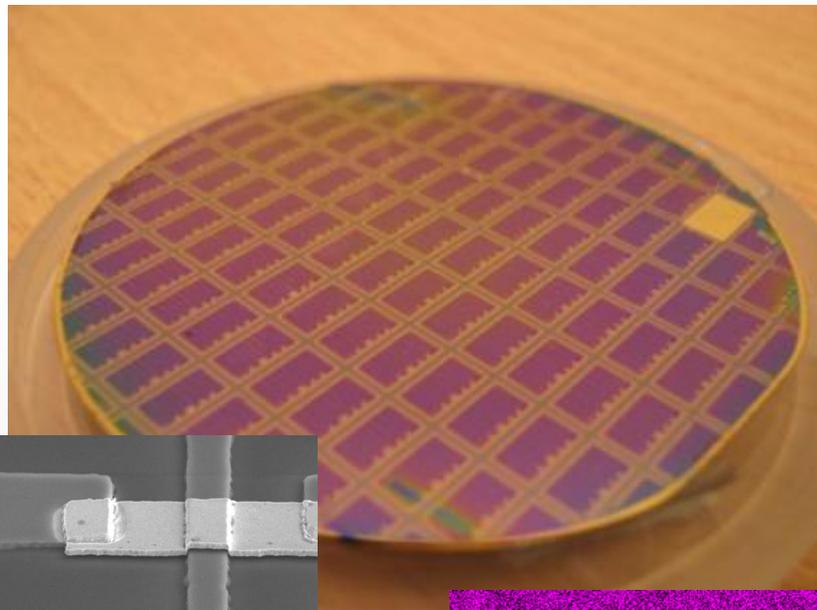
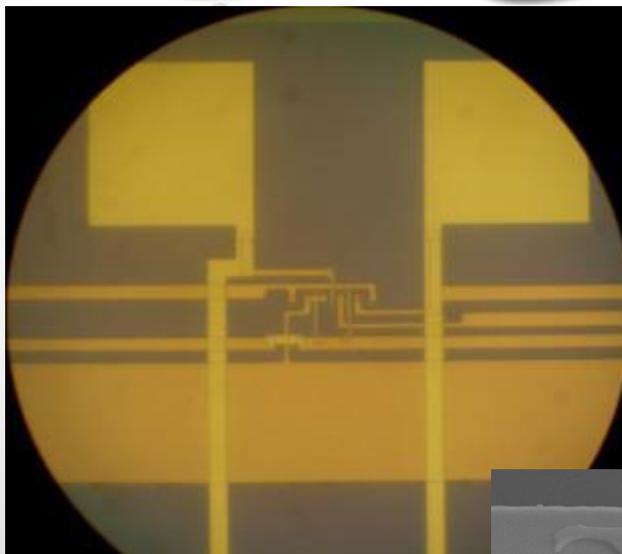


Интегральные инжекционные лазеры с амплитудной модуляцией сигналами терагерцового диапазона (Патент РФ № 2520947, 28.04.2014)





Экспериментальные образцы интегральных наноструктур



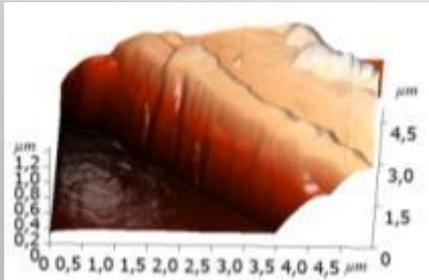
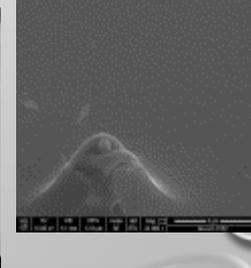
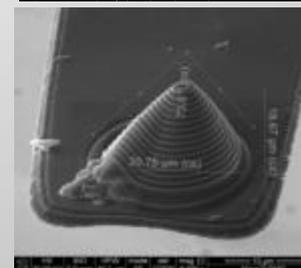
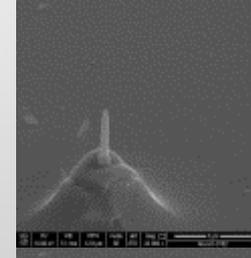
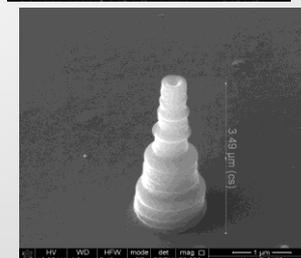
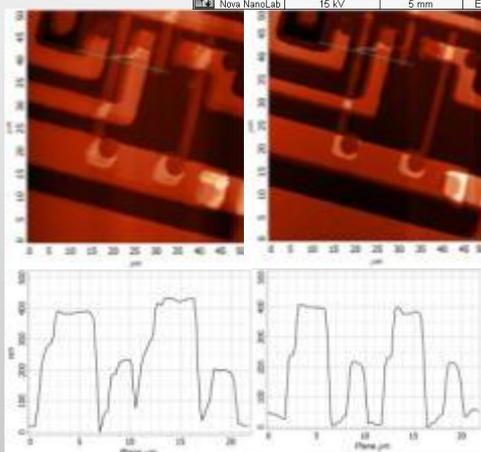
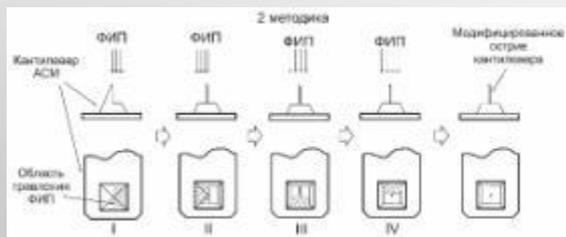
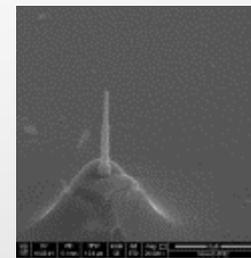
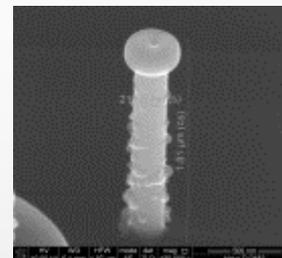
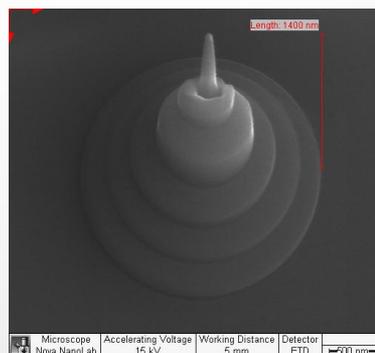
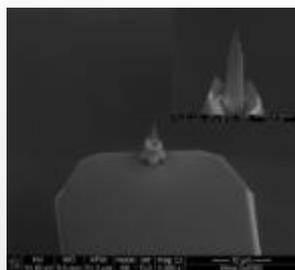
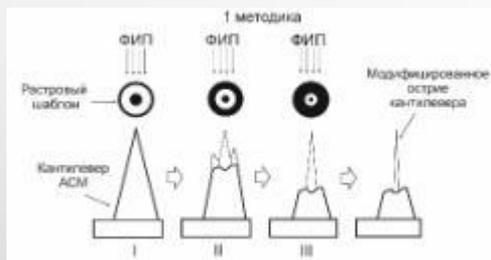
HV	WD	HFW	mode	det	mag	□	10 μm
10.00 kV	5.1 mm	51.2 μm	SE	ETD	5 000 x		Nova D-0182

HV	WD	HFW	mode	det	mag	□	2 μm
10.00 kV	5.1 mm	6.40 μm	SE	TLD	40 000 x		Nova D-0182



Физико-технологические основы наноразмерного профилирования поверхности структур методом фокусированных ионных пучков

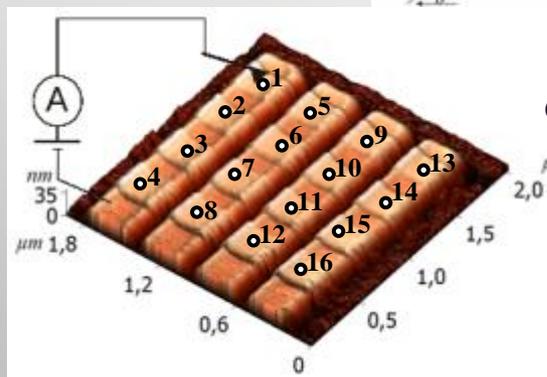
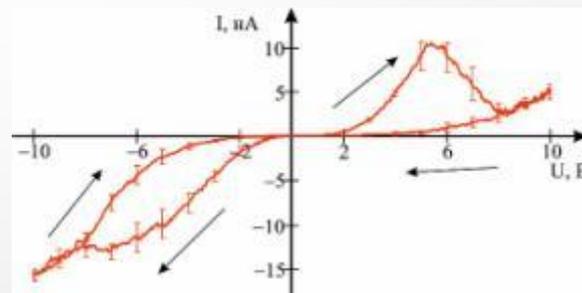
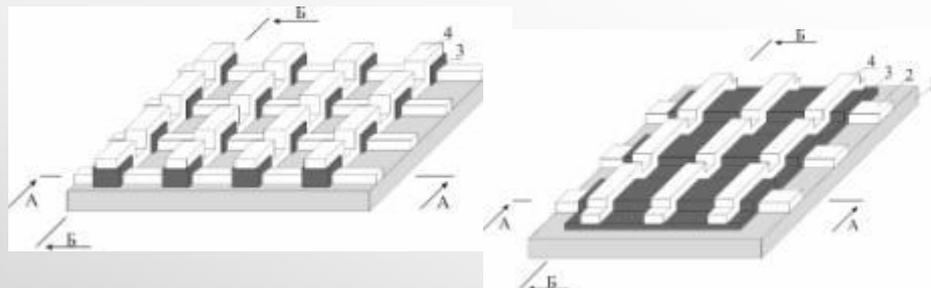
Методики модификации методом ФИП зондовых датчиков-кантилеверов для специальных задач АСМ





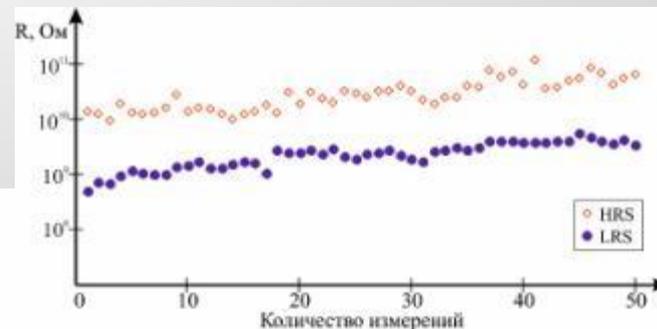
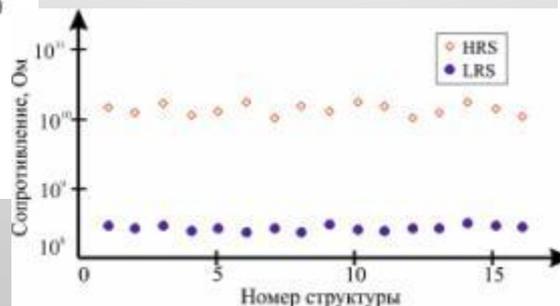
Физико-технологические основы создания мемристорных структур МЕТОДОМ ЛОКАЛЬНОГО АНОДНОГО ОКИСЛЕНИЯ

Конструкция и технология изготовления элементов резистивной памяти на основе мемристорных оксидных наноразмерных структур (Патент РФ №148262, 27.03.2014; Патент РФ № 159171, 05.08.2015)



АСМ-скан макета ячеек элемента памяти и схема измерения ВАХ

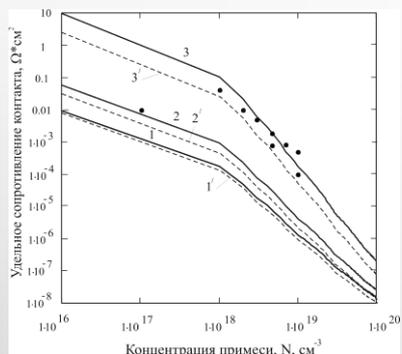
Статистика сопротивлений HRS и LRS по структурам



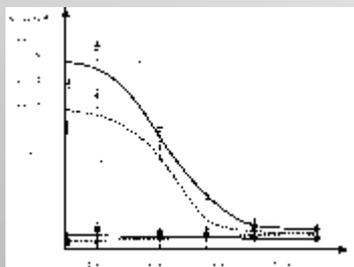
Зависимость сопротивлений структуры 1 от количества измерений



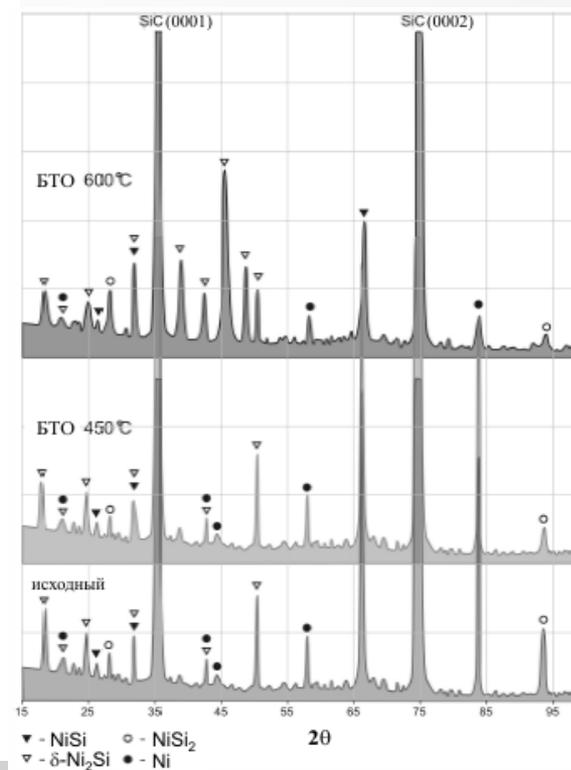
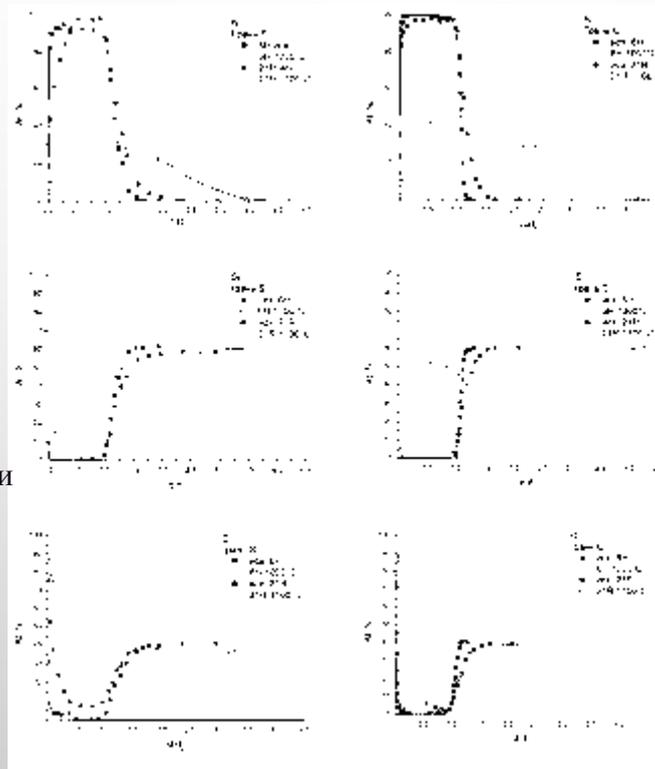
Физико-технологические основы формирования контактов к интегральным структурам приборов экстремальной электроники на основе карбида кремния



Зависимости R_c контактов Ni/n-6H-SiC от концентрации примеси



Зависимость удельного переходного сопротивления контактов Ni/n-21R-SiC ($2 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) от температуры БТО



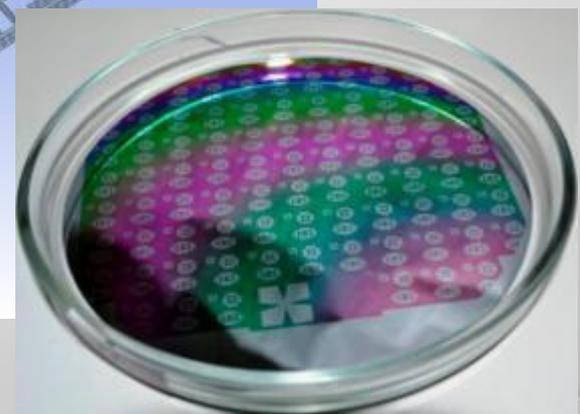
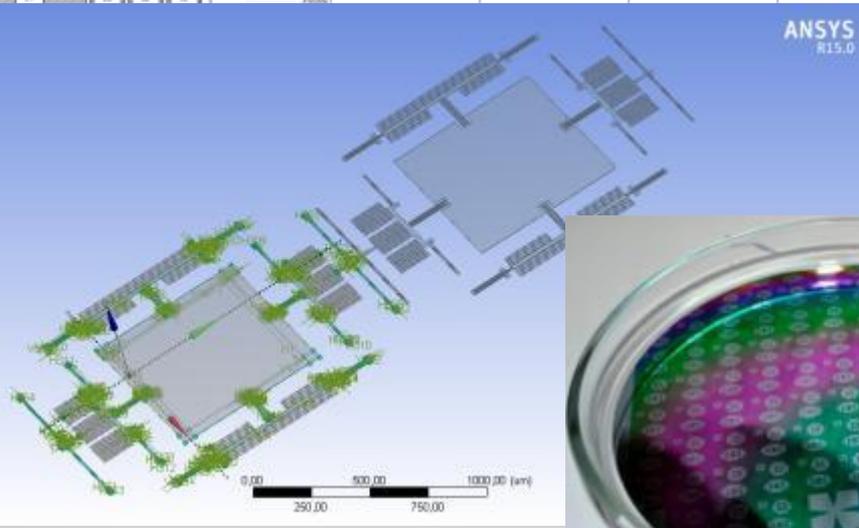
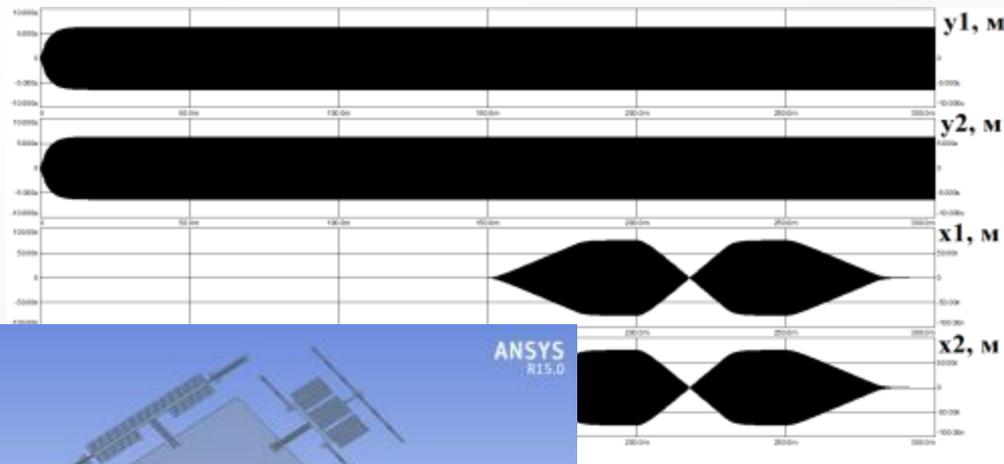
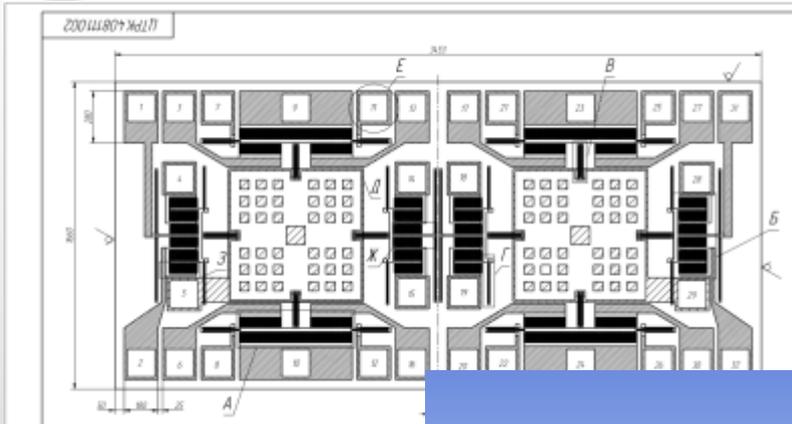
Рентгенодиффрактограммы структур Ni/21R-SiC(0001) после БТО

Агеев О.А., Беляев А.Е., Болтовец Н.С., Киселев В.С., Конакова Р.В., Лебедев А.А., Миленин В.В., Охрименко О.Б., Поляков В.В., Светличный А.М., Чердниченко Д.И. Карбид кремния: технология, свойства, применение. Харьков: «ИСМА». 2010. – 532 с.

Агеев О.А. Проблемы технологии контактов к карбиду кремния. – Таганрог. Изд-во ТРТУ, 2005. – 250 с.

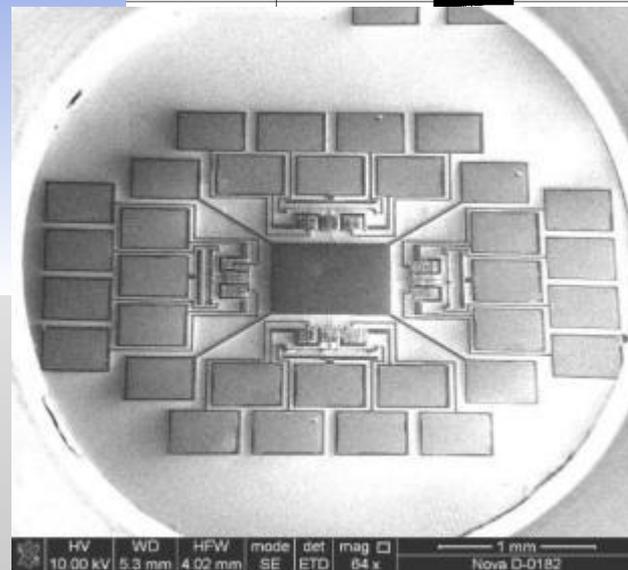
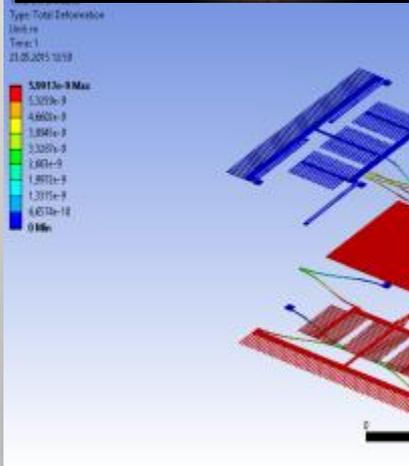
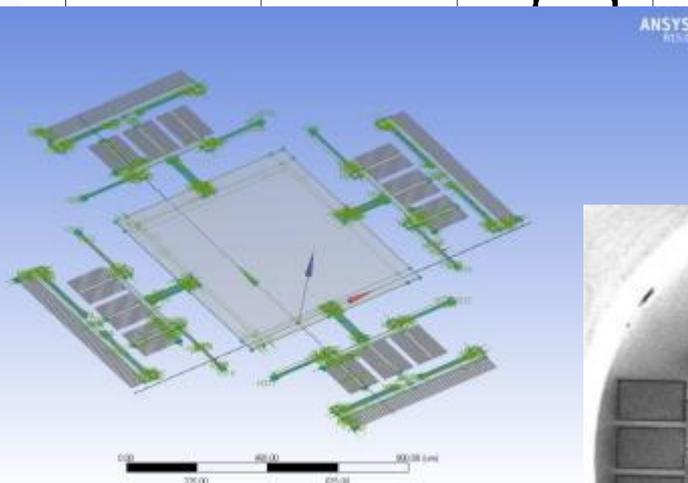
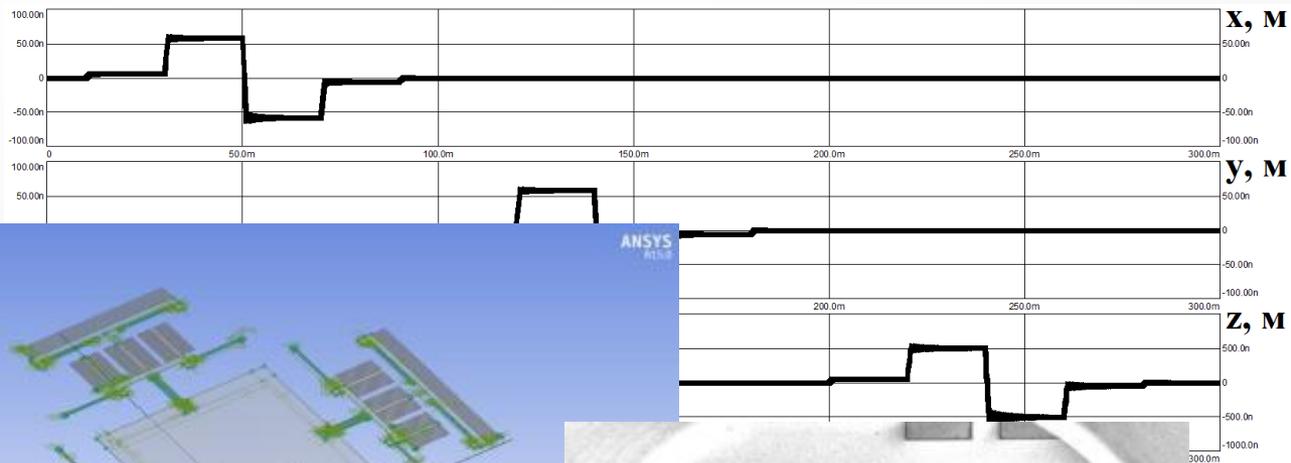
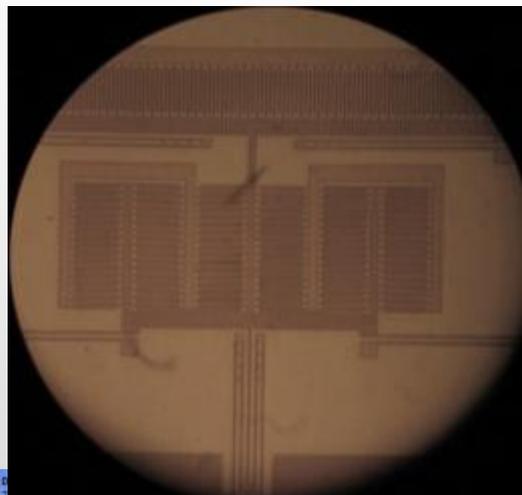


МИКРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ГИРОСКОП-АКСЕЛЕРОМЕТР С ТРЕМЯ ОСЯМИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ (ПАТЕНТ РФ № 2351896, 10.04.2009)



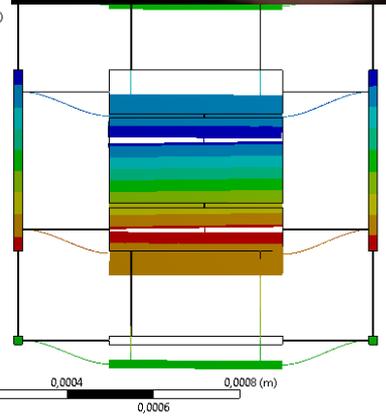
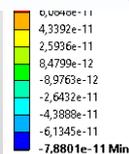
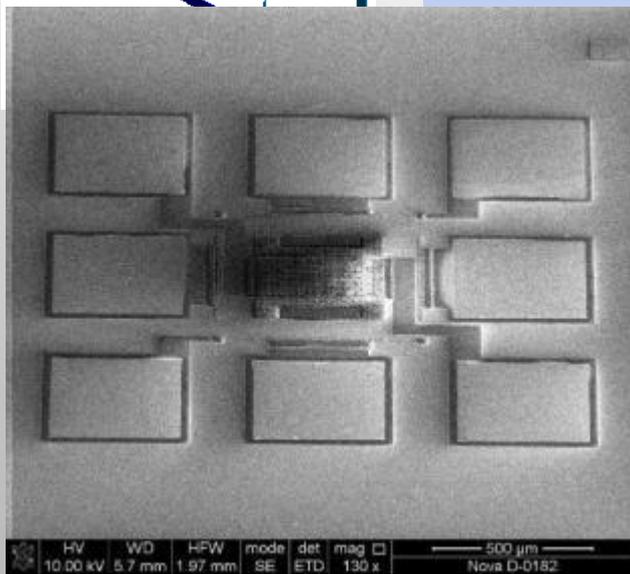
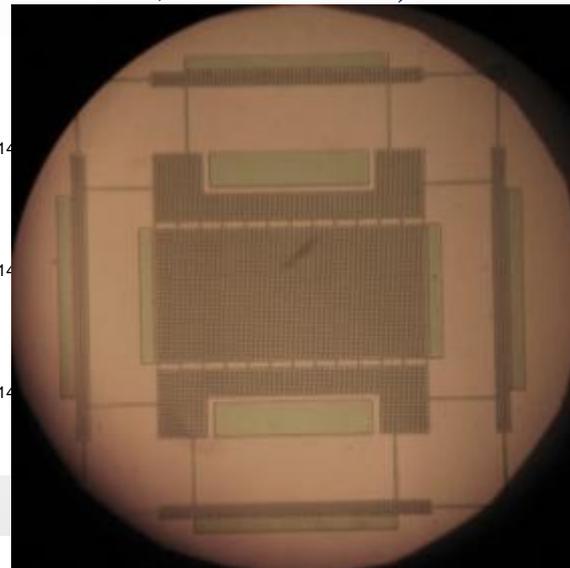
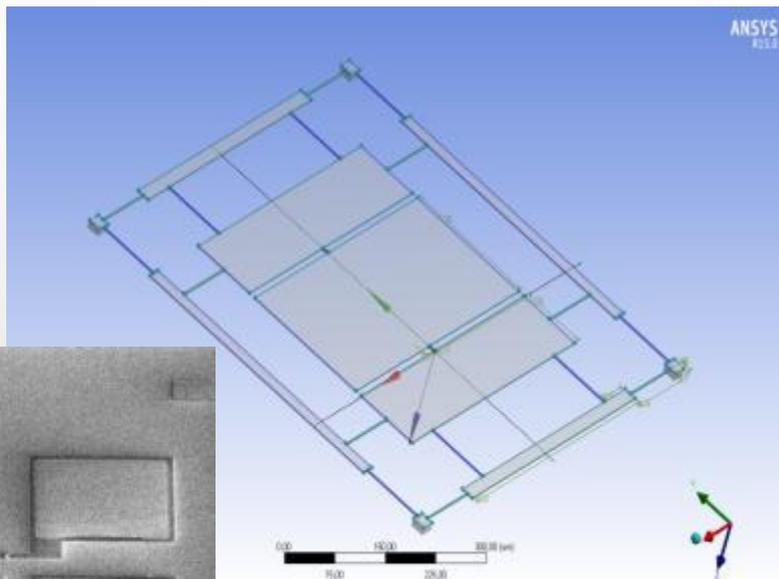
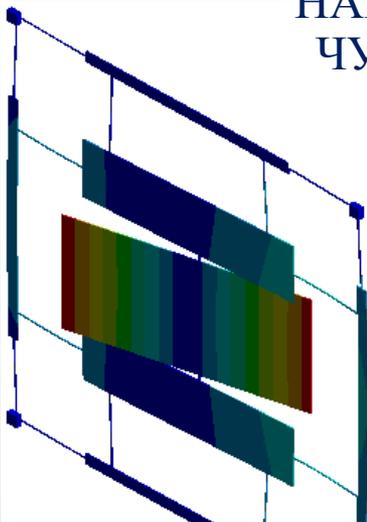


МИКРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ГИРОСКОП-АКСЕЛЕРОМЕТР С ТРЕМЯ ОСЯМИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ (ПАТЕНТ РФ № 2279092, 27.06.2006)

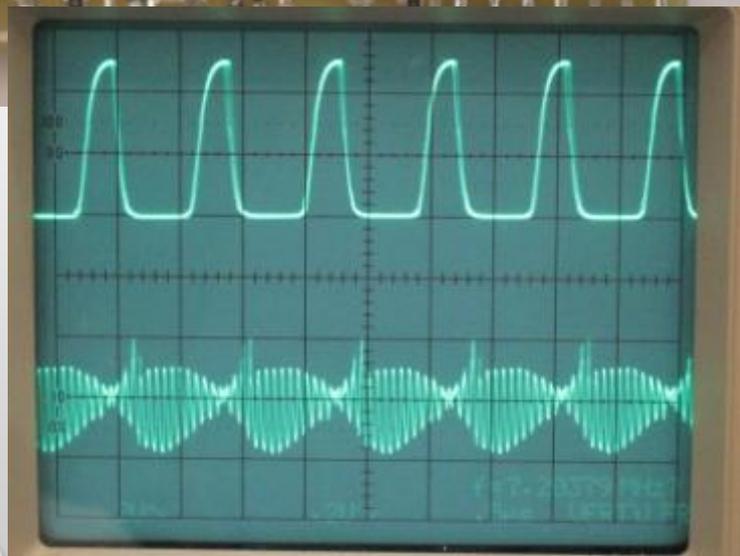
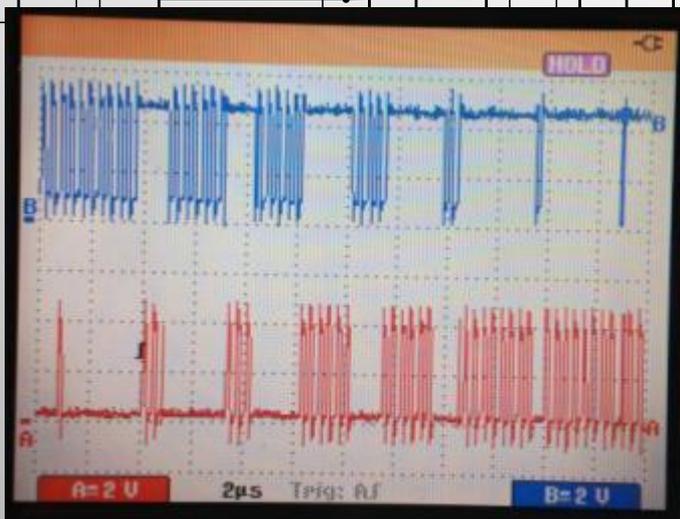
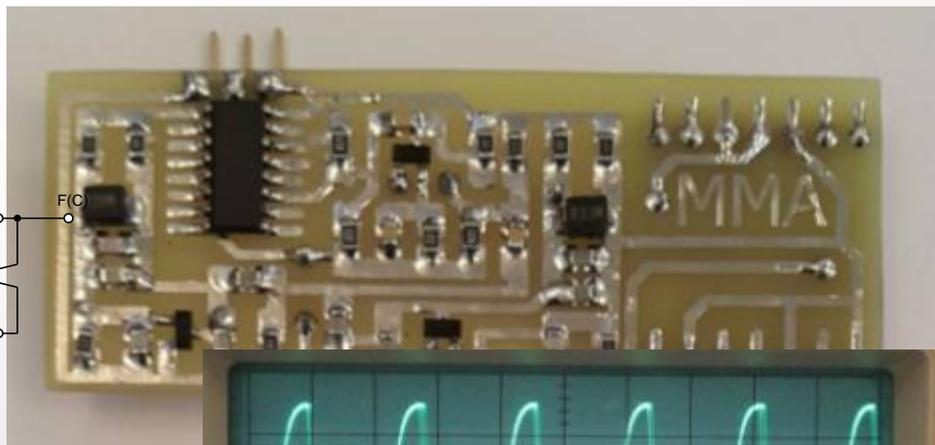
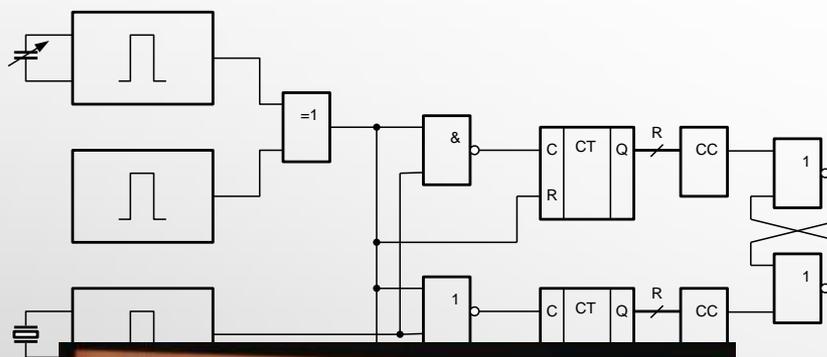




НАНОМЕХАНИЧЕСКИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР С ТРЕМЯ ОСЯМИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ (ПАТЕНТ РФ № 2455652, 10.07.2012)



ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ МНОГООСЕВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНО ИНТЕГРИРОВАННЫХ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ ГИРОСКОПОВ-АКСЕЛЕРОМЕТРОВ (ПАТЕНТ РФ №2015137334, 18.08.2016)



Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы» Индустрия наносистем

Тема: «РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МНОГОСЕВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРО- И НАНОМЕХАНИЧЕСКИХ ГИРОСКОПОВ И АКСЕЛЕРОМЕТРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАЗМЕННЫХ И ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ МИКРООБРАБОТКИ ДЛЯ МИКРООПТОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

**СОГЛАШЕНИЕ №14.575.21.0045 ОТ 30.06.2014 Г.
НА ПЕРИОД 2014 - 2016 ГГ.**

Руководитель проекта: д.т.н., профессор Б.Г. Коноплев

Получатель субсидии: ФГАУ ВО «Южный федеральный университет»

Цели и задачи проекта

Цели проекта - Разработка методов проектирования, конструкций и технологических маршрутов изготовления многоосевых интегральных микромеханических гироскопов, микро- и наномеханических акселерометров с повышенными функциональными возможностями, заключающимися в возможности регистрации угловых скоростей и линейных ускорений по нескольким осям чувствительности одним сенсорным компонентом.

Задачи, которые необходимо решить для достижения целей проекта: разработать научно-технические основы, конструкторско-технологические решения для создания перспективных многоосевых интегральных микро- и наномеханических гироскопов и акселерометров; разработать предложения и рекомендации по реализации результатов проекта в промышленности; провести мероприятия по защите интеллектуальной собственности.

Актуальность и новизна проекта заключается в создании оригинальных конструкций микроэлектромеханических компонентов на основе принципа функциональной интеграции, что позволяет существенно улучшить массогабаритные характеристики навигационных систем.

Ожидаемые результаты проекта

Методы построения, конструкции, математические модели и методы моделирования интегральных многоосевых микро- и наномеханических гироскопов и акселерометров; эскизная конструкторская документация на экспериментальные образцы гироскопов и акселерометров; лабораторный технологический регламент по изготовлению экспериментальных образцов гироскопов и акселерометров с использованием плазменных и лазерных технологий поверхностной микрообработки; экспериментальные образцы многоосевых микро- и наномеханических гироскопов и акселерометров; эскизная конструкторская документация на макеты устройств обработки сигналов гироскопов и акселерометров; макеты устройств обработки сигналов многоосевых микро- и наномеханических гироскопов и акселерометров; программы и методики испытаний многоосевых гироскопов и акселерометров; проект технического задания на проведение ОКР.

Перспективы практического использования

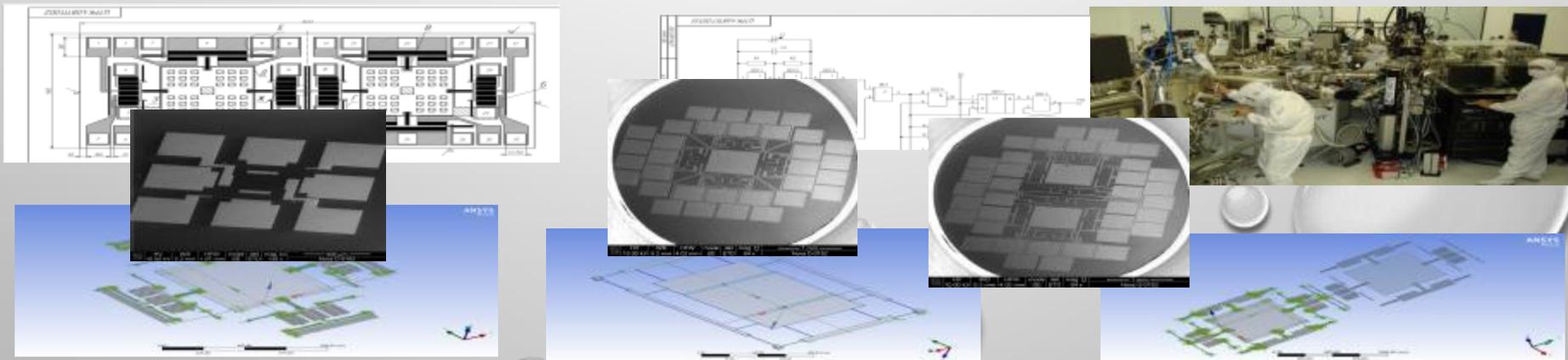
Реализация проекта позволит вывести на рынок научно-технический продукт с улучшенными технико-экономическими характеристиками, соответствующий мировому уровню, а также провести замещение импорта в области инерциальных навигационных систем.

Потребители: ОАО РПКБ (г. Раменское); ОАО "Конструкторское бюро приборостроения им. Академика А.Г. Шипунова" (г. Тула); ОАО "Азовский оптико-механический завод" (г. Азов) и др.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

На основе проведенных теоретических исследований разработана эскизная конструкторская документация на экспериментальные образцы многоосевых микромеханического гироскопа для угловых скоростей ± 500 град./с, микро- и наномеханических акселерометров для линейных ускорений ±10 g и ±1 g, методики изготовления экспериментальных образцов. Разработана эскизная конструкторская документация и методики изготовления макетов устройств обработки сигналов многоосевых микромеханического гироскопа, микро- и наномеханических акселерометров. Изготовлены экспериментальные образцы многоосевых микромеханического гироскопа, микро- и наномеханических акселерометров. Поданы 3 заявки на патенты РФ на изобретения, опубликованы 2 статьи, индексируемых в БД Scopus.

Полученные результаты соответствуют мировому уровню, а по некоторым параметрам превосходят его.



Партнеры проекта

Индустриальный партнер – ЗАО «НТ-МДТ» (г. Москва).

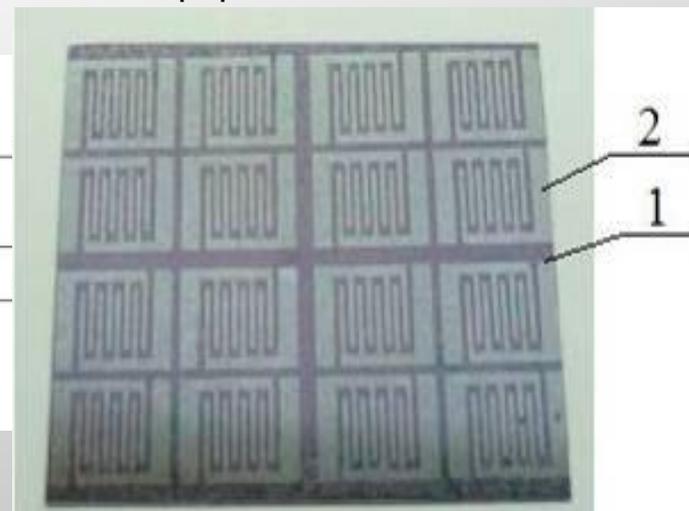
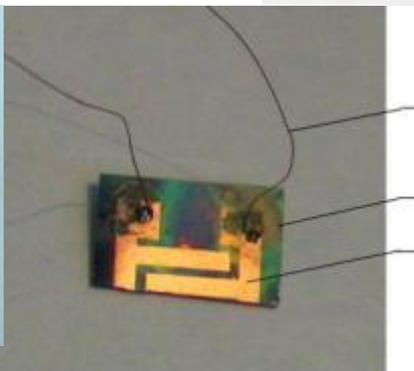
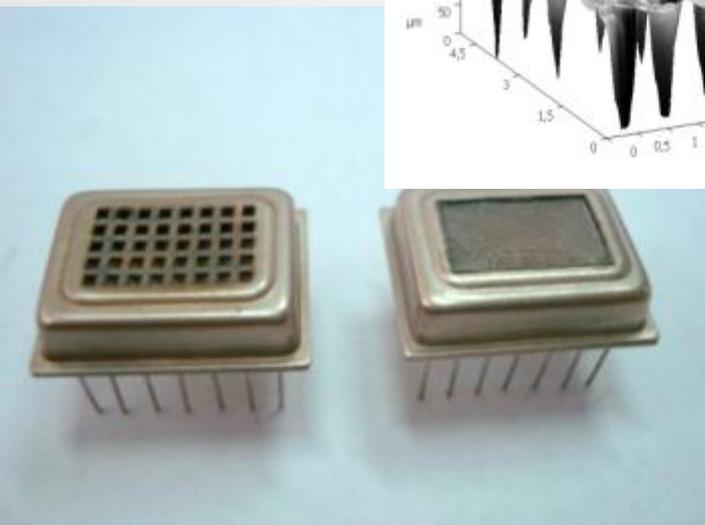
Проект направлен на производство гироскопов и акселерометров с участием индустриального партнера.

Некоторые результаты исследований и разработок

Разработаны технологические основы формирования пленок нанокompозитных материалов составов $\text{SiO}_2\text{SnO}_x\text{AgO}_y$, $\text{SiO}_2\text{SnO}_x\text{CuO}_y$, SiO_2CuO_y , SiO_2 -УНТ, SiO_2SnO_x -УНТ с заданными свойствами.



Д.т.н., профессор Петров В.В.
«Композиционные и гибридные наноматериалы для элементов функциональной электроники и систем техносферной безопасности»



Сенсоры газов

Некоторые результаты исследований и разработок



Мультисенсорная система для распознавания неизвестных газов в воздухе

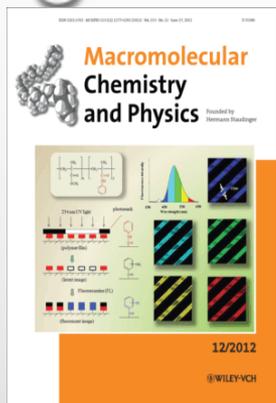


Распространение диоксида азота в приземном слое атмосферы г. Таганрога

Сенсора на основе тонких пленок цирконата-титаната свинца; датчики виброударных воздействий и внешнего электростатического поля

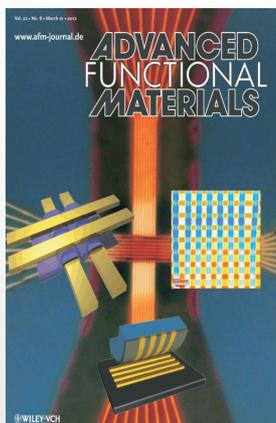


Публикация результатов в высокорейтинговых изданиях



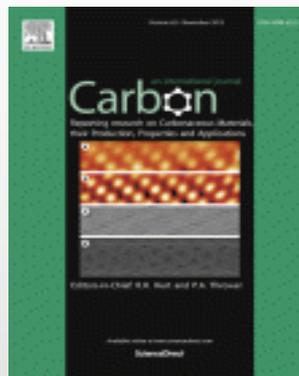
Macromolecular chemistry and physics,
2012, Vol. 213, 1251–1258.

IF 2.41



Advanced functional materials,
2012, V.22, 1311-1318

IF 11.80



Carbon, 2013, v.63, 317-323

IF 6.20



Journal of Materials Chemistry A,
2015, v. 3, 8706-8714

IF 8.26



Composite Science and Technology,
2014, v. 95, 38-43

IF 3.91



ПАТЕНТЫ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ СВИДЕТЕЛЬСТВА О РЕГИСТРАЦИИ
ПРОГРАММ ДЛЯ ЭВМ МОНОГРАФИИ



За 10 последних лет опубликованы 11 монографий, 256 статей в ведущих реферируемых журналах, из них 63 публикации, индексируемых в базе данных Web of Science, 106 - в базе данных Scopus, получены 39 патентов на изобретения



Образовательные программы

Подготовка бакалавров, инженеров и магистров по направлениям и специальностям:

- Нанотехнологии и микросистемная техника – с 2011 г.
- Электроника и наноэлектроника – с 2011 г.
- Нанотехнология – с 2004 г.
- Нанотехнология в электронике – с 2003 г.
- Микросистемная техника – с 2001 г.
- Конструирование и технология электронных средств – с 1992 г.
- Конструирование и производство радиоаппаратуры – с 1952 г.



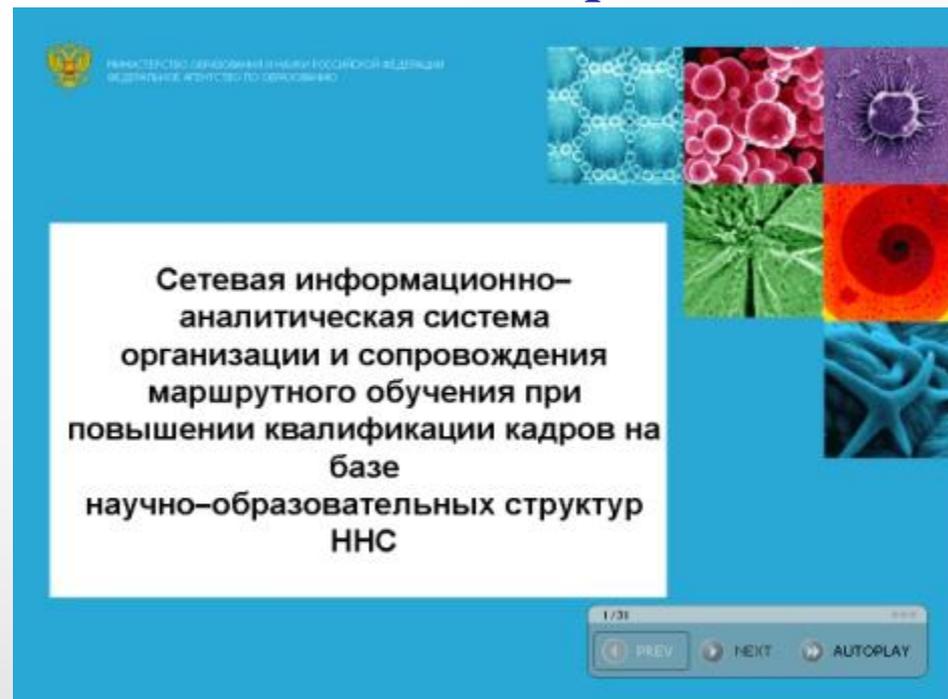
Аспирантура и докторантура по специальности:

05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах (диссовет Д212.208.23)



Программы переподготовки и повышения квалификации

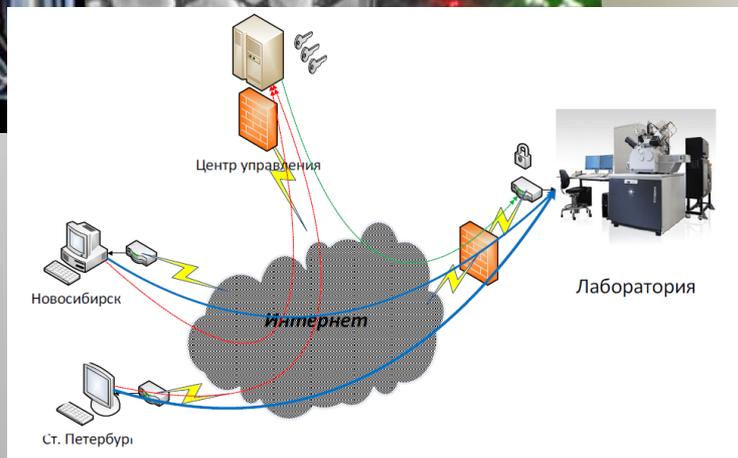
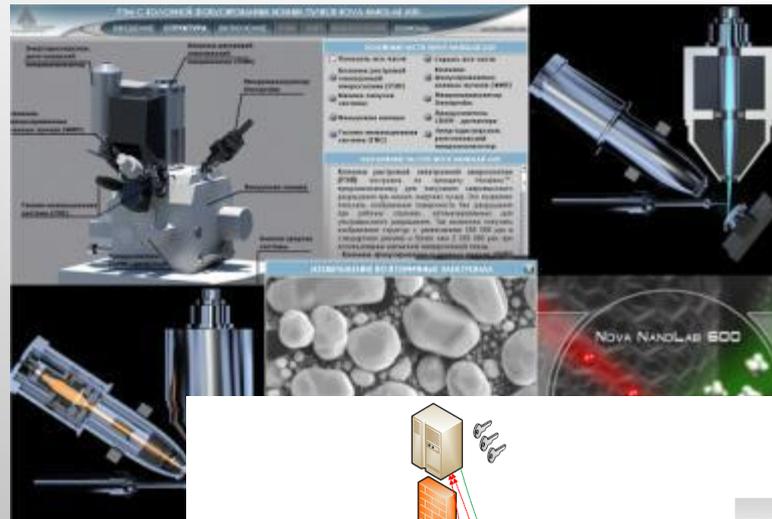
Создание системы повышения квалификации и переподготовки кадров высшей школы в области наноиндустрии на базе научно-образовательных структур национальной нанотехнологической сети



Разработка и апробация программ профессиональной подготовки/переподготовки и учебно-методических комплексов, ориентированных на инвестиционные проекты ГК «РОСНАНО» в области проектирования и производства СБИС с топологическими нормами 90 нм

В рамках ФЦП «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в Российской Федерации» выполнен проект «Создание интерактивного комплекса удаленного доступа для студентов и аспирантов по исследованию наноматериалов на базе многофункционального оборудования»

СИМУЛЯТОР ЭЛЕКТРОННО-ИОННОГО МИКРОСКОПА NOVA NANOLAB 600



ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ Д212.208.23

Защита докторских диссертаций



2005 г. Агеев О.А.



2007 г. Рындин Е.А.



2009 г. Ковалев А.В.



2012 г. Петров В.В.

2013 г. Лысенко И.Е.



Общее число подготовленных в научной школе за весь период докторов наук – 17, кандидатов наук – более 150



Международная научная конференция

«Актуальные проблемы электроники и микроэлектроники» 1994 – 2011 г.
«Нанотехнологии» с 2012 г.



Представление результатов исследований



Петербургский экономический форум



Министр МОН
Фурсенко А.А.



Посол Швеции в РФ



Открытие совместной с ЮНЦ РАН лаборатории

DIPLÔME



DIPLÔME



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДИПЛОМ
НАГРАЖДАЕТСЯ
Смирнов И.А.
Министерство образования
и науки Российской Федерации

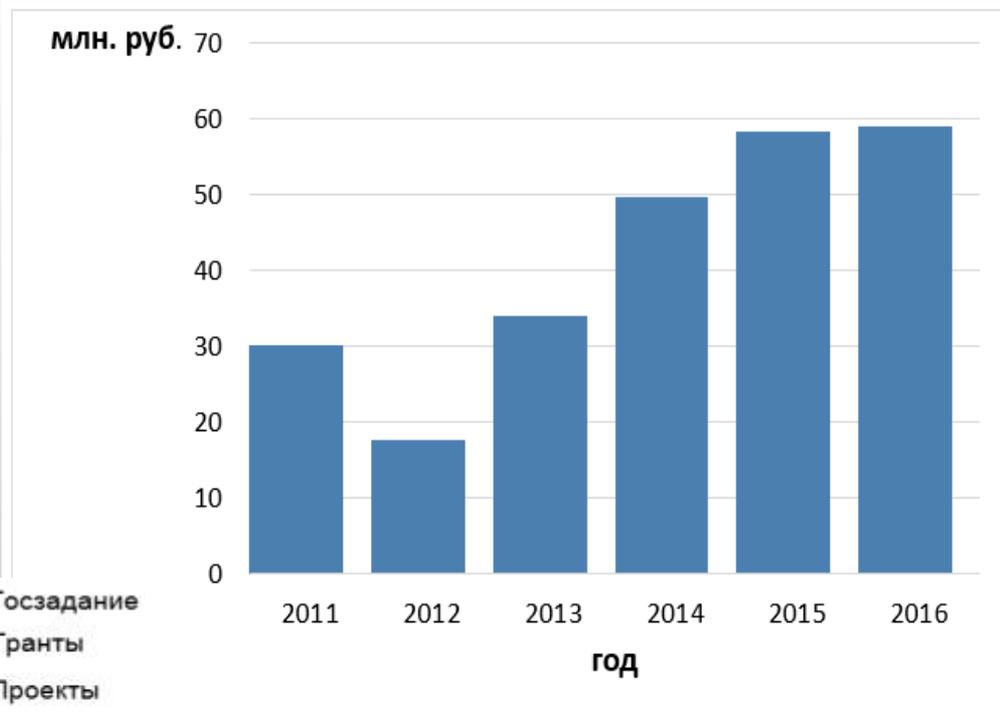
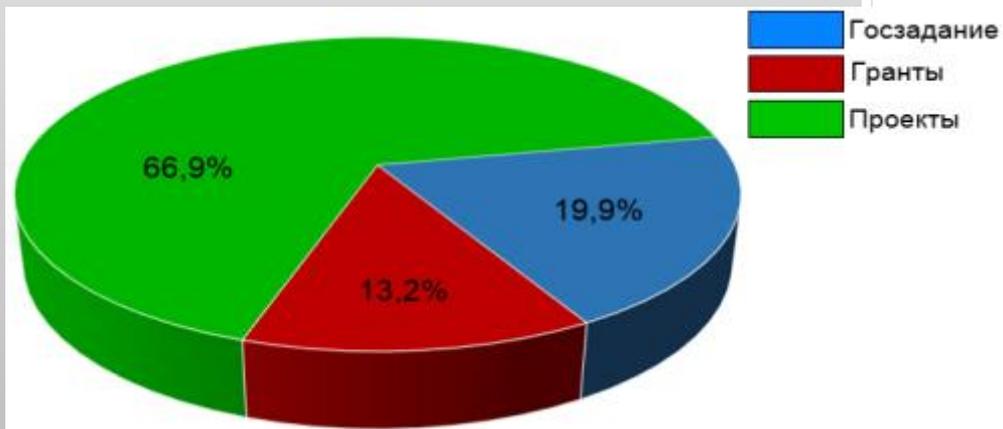


ДИПЛОМ
Участник международного конкурса изобретений в области нанотехнологий
Смирнов Алексей Владимирович



ОБЪЕМЫ НИР

Распределение по источникам финансирования



Общая сумма за период с 2011 по 2016 г.г. – 247,1 млн.руб.

НЫНЕШНИЙ СОСТАВ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

Численный состав научной школы:

82 человека, докторов наук – 7,
кандидатов наук – 29, докторантов – 2,
аспирантов – 17, магистрантов,
студентов – 27.

В составе школы: научные сотрудники,
преподаватели, студенты, магистранты,
аспиранты и докторанты Института
нанотехнологий, электроники и
приборостроения, Научно-
образовательного центра
«Нанотехнологии» ЮФУ.



Перспективы развития

1. “Scale down” ~ масштабирование вниз

- От микротехнологий – к нанотехнологиям
- От микроэлектроники – к наноэлектронике
- От микросистем – к наносистемам

2. Расширение и углубление междисциплинарности

3. Расширение международного сотрудничества

Перспективы развития

❑ От микротехнологий – к нанотехнологиям

- эпитаксиальные технологии создания регулярных массивов квантоворазмерных структур для спиновых наносистем и квантового компьютеринга
- плазменные технологии создания массивов ориентированных углеродных нанотрубок и графена для наносистемной техники (НЭМС)
- лазерные и плазмо-химические технологии формирования пленок нанокомпозитных иерархических материалов для сенсорики, акустооптики и пьезотехники

❑ От микроэлектроники – к наноэлектронике

- использование квантовых эффектов (размерное квантование, туннелирование, баллистический пролет, всплеск дрейфовой скорости носителей заряда и др.)
- решение проблем, связанных с ростом плотности мощности
- квантовые алгоритмы обработки информации

❑ От микросистем – к наносистемам

- наноэлектромеханические системы (НЭМС) для средств навигации и управления
- нанооптоэлектромеханические (НОЭМС) системы фотовольтаики и обеспечения техносферной безопасности



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

kbg@sfnedu.ru