Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЯМ И РАЗРАБОТКАМ В ОБЛАСТИ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОСИСТЕМ В НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ "НАНОТЕХНОЛОГИИ" ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

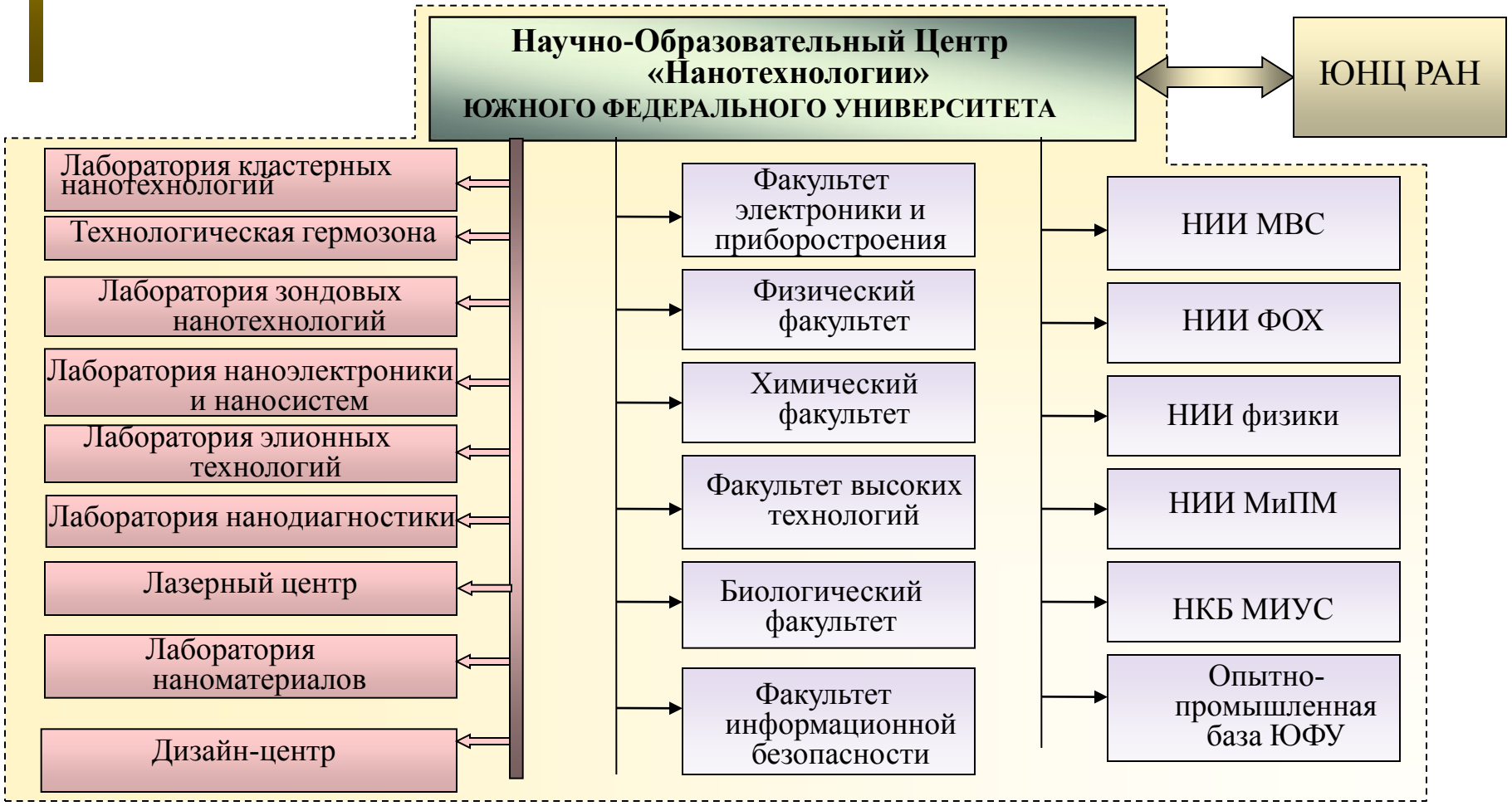
Коноплев Борис Георгиевич
Агеев Олег Алексеевич

347928, Россия, Таганрог, Ростовская обл., ГСП-17А, пер. Некрасовский 44
E-mail: ageev@tti.sfedu.ru, тел./факс (8634)371611

3-я ежегодная научно-практическая конференция Нанотехнологического общества России,

Санкт–Петербург, 5-7 октября 2011 г.

ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



СОВМЕСТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

Научно-Образовательный Центр «Нанотехнологии» ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

г. Ростов-на-Дону

- ЮНЦ РАН
- РНИИРС
- ОАО "НПП КП "Квант""
- ФГУ « Ростовский ЦСМ »
- ДГТУ
- РГСУ
- РГМУ

Ростовская область

Таганрог:
- ТАНТК им. Г.М. Бериева
- ОАО «Завод Кристалл»
- ТНИИС
- НКБ ВС

Новочеркасск:
- ЮРГТУ

ЮФО

Краснодарский край:
- КГТУ (г. Краснодар)

Республика Северная Осетия-Алания:
- ООО ВТЦ «Баспик», (г. Владикавказ)

Кабардиино-Балкаарская Республика :
- КБГУ (г. Нальчик)

Карачаево-Черкесская Республика:
- САО РАН (пос. Нижний Архыз)

Россия

Москва:
- РНЦ «Курчатовский институт»
- ЗАО НТ-МДТ
- МИЭТ
- НИЯУ МИФИ
- ФТИ РАН

С-Петербург:
- ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН
- ЗАО НТО

Новосибирск:
- СО РАН
- НГТУ

Зарубежье

- USC, США
- LIMO, Германия
- IMEC, Бельгия
- TIMA, Франция
- Белмикросистемы Белоруссия
- ИФП, Украина
- НИИА, Азербайджан

НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЮФУ

Наносистемная техника
Наноэлектроника
Наноматериалы
Нанодиагностика
Производственные нанотехнологии
Биомедицинские нанотехнологии
Нанохимия
Нанофизика

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Подготовка специалистов в области нанотехнологии, микро- и наносистемной техники,

подготовки кадров для междисциплинарных исследований в русле концепции конвергенции технологий NBIC (нанотехнологии, биотехнологии, информационные технологии, когнитивные науки).

Южный Федеральный Университет в образовательных программах в области нанотехнологии

Подготовка специалистов по специальностям :

- **210600 – Нанотехнология – с 2004 г.**
- **210601 – Нанотехнология в электронике – с 2003 г.**
- **210108 – Микросистемная техника – с 2001 г.**

Подготовка бакалавров и магистров по направлениям:

- **222900 - Нанотехнология и микросистемная техника**
- **210100 - Электроника и наноэлектроника**
- **211000 - Конструирование и технология электронных средств**

Подготовка кандидатов и докторов наук:

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

Создание НОЦ «НАНОТЕХНОЛОГИИ»

Год	Источник средств	Оборудование
к 2003 г.		- технологическая гермозона; - установки импульсного фотонного отжига, диффузионного легирования, электронно-лучевой обработки, термического окисления полупроводников; - лазерная техника; - измерительное оборудование различного назначения, в том числе установка релаксационной спектроскопии глубоких уровней в полупроводниках и др.
2003 г.	Средства целевой финансовой поддержки Минобразования России для развития приборной базы научных исследований в 2003 г. - 1680 тыс. руб. Объем внебюджетных средств вуза, затраченный на приобретение оборудования 420 тыс. руб. (Всего 2100 тыс.руб.)	Сканирующий зондовый микроскоп "Solver P47 Pro" (ЗАО "Нанотехнологии МДТ" г. Зеленоград)

Год	Источник средств	Оборудование
2004 г.	Грант Минобразования России на развитие приборной базы научных исследований Вузов и научных учреждений, имеющих в своем составе Центры коллективного пользования научным оборудованием на 2004 г. (ТРТУ) были выделены средства 1920 тыс. руб. Объем внебюджетных средств вуза: 480 тыс. руб. (Всего 2400 тыс.руб.)	Комплекс сканирующих зондовых микроскопов "NanoEducator" (ЗАО "Нанотехнологии МДТ" г. Зеленоград)
2005 – 2006 гг.	Грант «Научно-методическое, организационное и материально-техническое обеспечение развития ЦКП Южного корпоративного университета «Высокие технологии» научным оборудованием для проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по приоритетным направлениям федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002-2006 годы. (20 млн.руб.)	Сверхвысоковакуумный нанотехнологический комплекс НАНОФАБ НТК-3 (ЗАО "Нанотехнологии МДТ" г. Зеленоград)

Год	Источник средств	Оборудование
2006 – 2007 гг.	Национальный приоритетный проект «Образование». Грант «Инновационный механизм развития взаимодействия ТРТУ и бизнеса» (241,8 млн.руб.)	Многофункциональный сверхвысоковакуумный нанотехнологический комплекс НАНОФАБ НТК-9 (ЗАО "Нанотехнологии МДТ" г. Зеленоград)
2007 г.	Федеральная целевая программа «Развитие инфраструктуры наноиндустрии РФ» Создание типового научно-образовательного центра по направлению «Нанотехнологии» (134,5 млн.руб.)	- установки плазмохимического осаждения и травления; - установки БТО; - установка совмещения и экспонирования; - печь диффузионная; -зондовая лаборатория NTEGRA Vita - контрольно-змерительное оборудование различного назначения и др.

Год	Источник средств	Оборудование
2008 г.	Средства на развитие учебно-лабораторной и научной базы Южного федерального университета (78,5 млн.руб.)	Система со сфокусированным ионным пучком и электронной колонной Nova NanoLab 600 (FEI)
2010 г.	Постановление правительства РФ от 09.04.2010 О ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКЕ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ Средства на развитие инновационной инфраструктуры (5,6 млн.руб.)	Специализированный сканирующий электронный микроскоп Phenom (FEI)

В НОЦ и ЦКП “Нанотехнологии” ЮФУ установлено современное оборудование на сумму более 600 млн. руб.

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Оборудование НОЦ «Нанотехнологии» ЮФУ

Комплекс оборудования для сканирующей зондовой микроскопии:

Зондовая нанолаборатория Ntegra Vita
СЗМ Solver P47 Pro
Учебные СЗМ NanoEducator
(ЗАО "Нанотехнологии МДТ" г. Зеленоград)

Электронно-ионный сканирующий микроскоп Nova NanoLab 600 с системой электронно-лучевой литографии, Специализированный сканирующий электронный микроскоп Phenom (FEI Company)

Контрольно-измерительное оборудование для исследования параметров наноматериалов и наносистем

Многофункциональный сверхвысоковакуумный нанотехнологический комплекс НАНОФАБ НТК-9 (ЗАО "Нанотехнологии МДТ" г. Зеленоград)
(чистое помещение класса 7/5 ИСО, S=100 м^2)

Комплект технологического оборудования для формирования структур микро- и наноэлектроники, микро- и наносистемной техники
(чистое помещение класса 7/5 ИСО, S=400 м^2)

Технологическое оборудование для электронно-лучевой, лазерной, быстрой термической обработки материалов и структур

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Многофункциональный сверхвысоковакуумный нанотехнологический комплекс НАНОФАБ НТК-9

(ЗАО "Нанотехнологии МДТ" г. Зеленоград)

Кластер локальных технологий

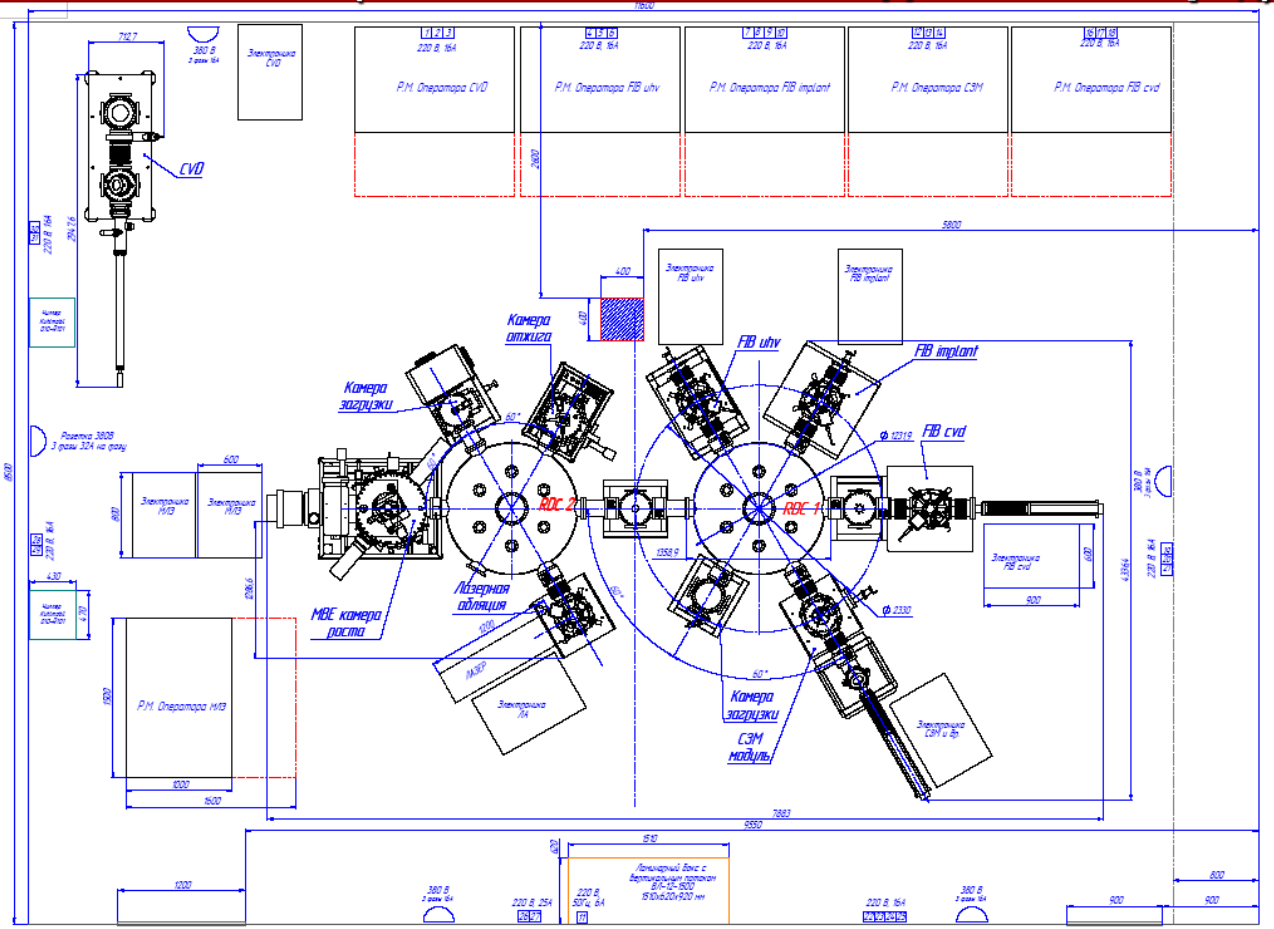
- Модуль сверхвысоковакуумной сканирующей зондовой микроскопии
- Модуль травления фокусированными ионными пучками
- Модуль локальной ионной имплантации
- Модуль ионностимулированного локального осаждения

Кластер групповых технологий

- Модуль STE35 молекулярно-лучевой эпитаксии GaAs и твердых растворов на его основе
- Модуль импульсного лазерного осаждения Pioneer 180
- Специализированный модуль выращивания углеродных нанотрубок методом плазменного CVD
- Модуль термообработки

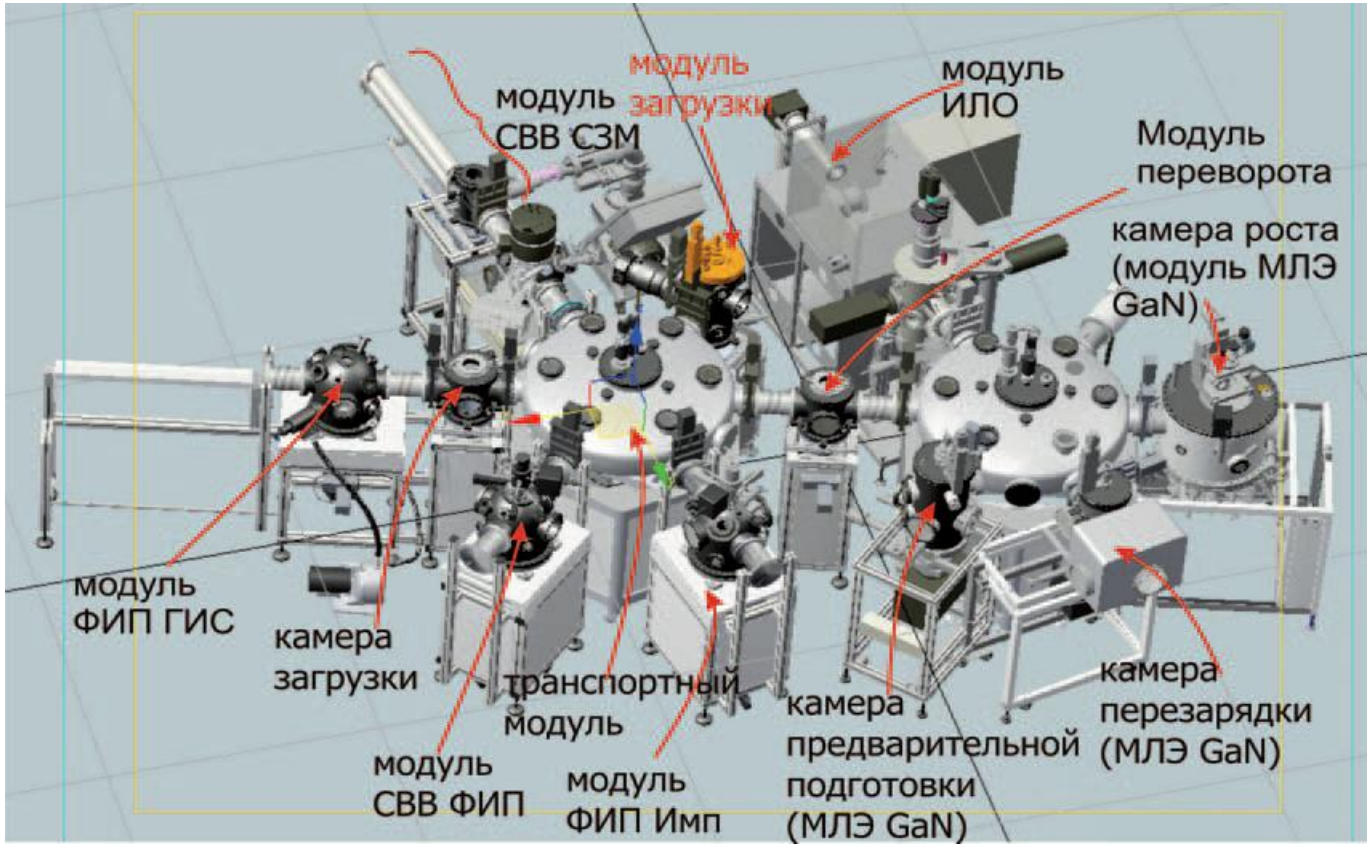
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Планировка многофункционального сверхвысоковакуумного нанотехнологического комплекса НАНОФАБ НТК-9 (ЗАО “Нанотехнологии МДТ” г. Зеленоград)



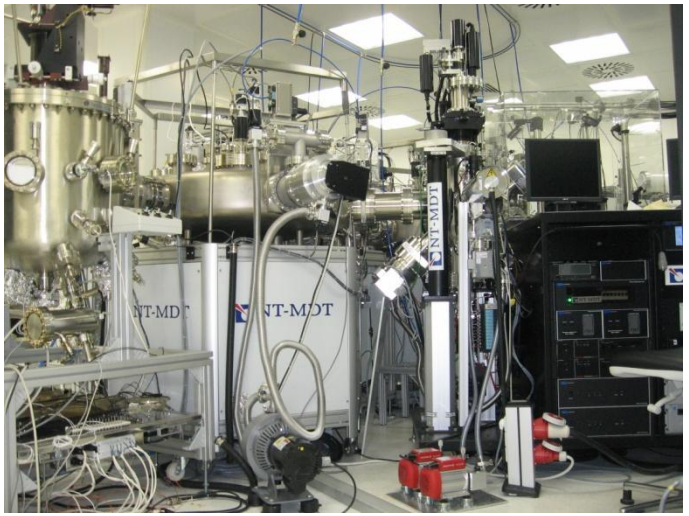
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Компановочная схема многофункционального сверхвысоковакуумного нанотехнологического комплекса НАНОФАБ НТК-9 (ЗАО “Нанотехнологии МДТ” г. Зеленоград)



Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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



Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

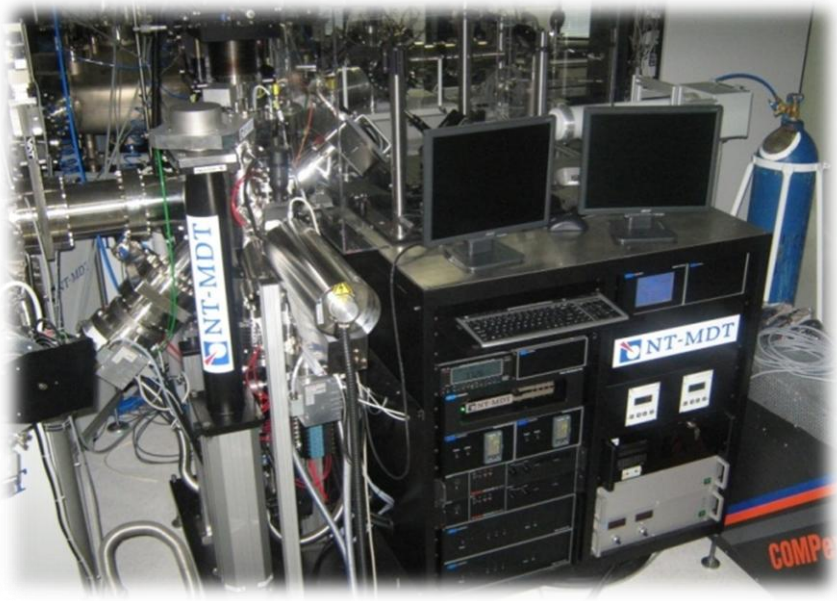
Модуль молекулярно-лучевой эпитаксии GaAs и твердых растворов на его основе

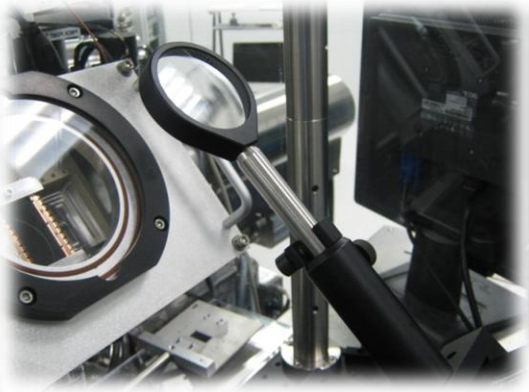
на базе установки STE35

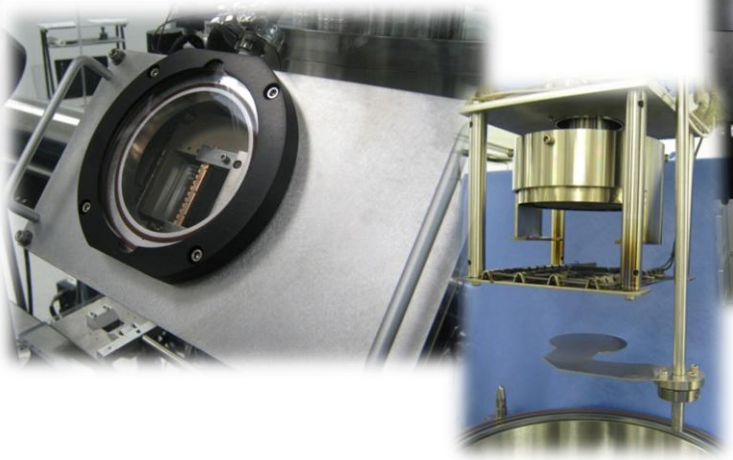
ЗАО “Научное и технологическое оборудование” г. Санкт-Петербург

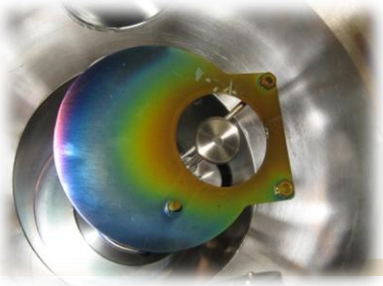
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Модуль импульсного лазерного осаждения



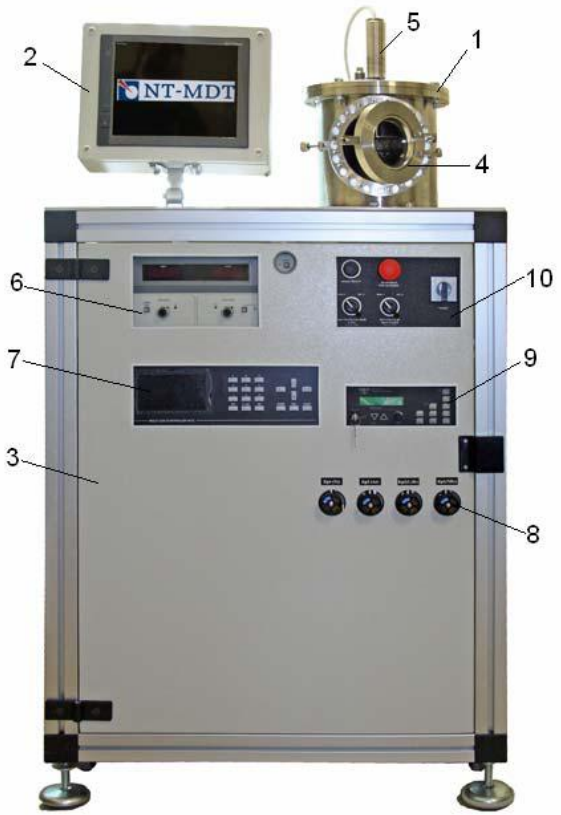




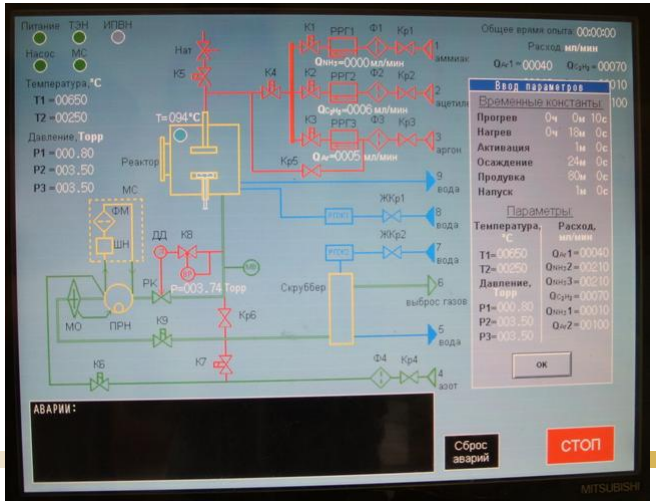


Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Специализированный модуль выращивания углеродных нанотрубок методом индуцированного плазмой CVD

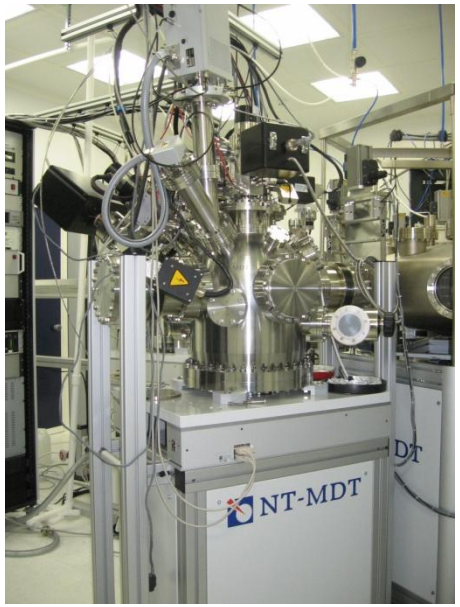


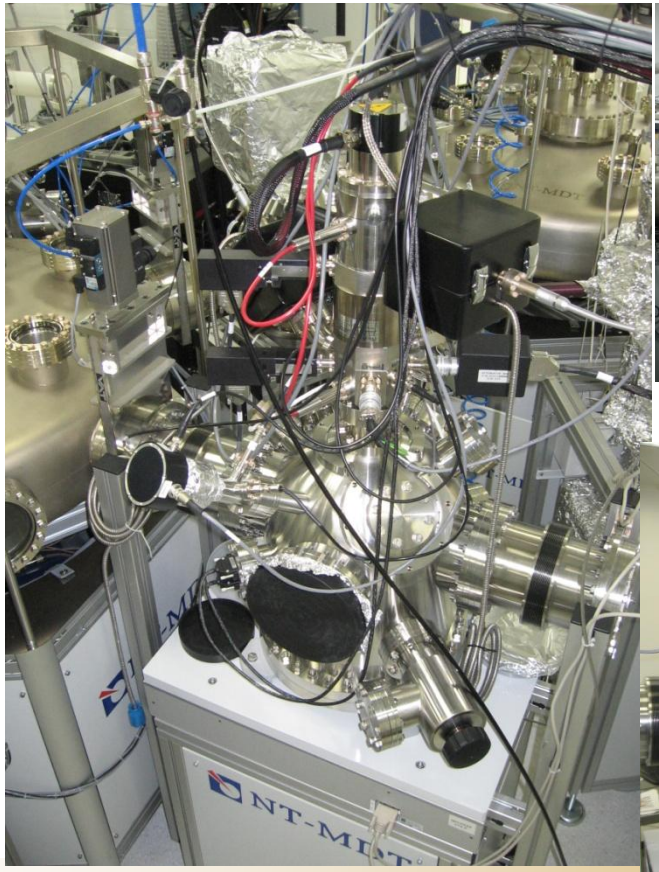
Технические характеристики модуля:
Температура нагревателя подложек: 20... 900 град. С.
Предельный вакуум: не хуже 0.005 торр.
Рабочий вакуум: 0.1...10 торр.
Расходы газов: аммиак - 5...500 мл/мин; ацетилен 3...200 мл/мин; аргон 15...700 мл/мин; азот -0.5...2л/мин.
Давление газов на входе: 0.5...2.5 атм.
Пределы ориентирующего рост электрического поля: ток 0...0.5 А; напряжение 0....1000В.
Потребляемая мощность:не более 2.5 кВт (380 В).

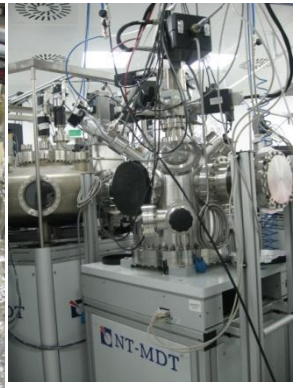


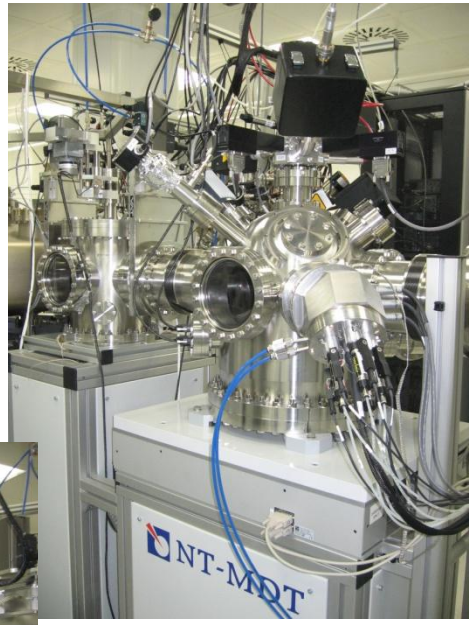
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

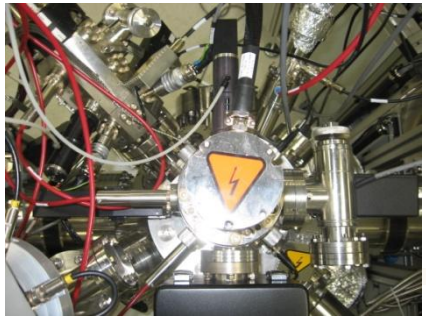
Модули фокусированных ионных пучков: травления, ионностимулированного локального осаждения, локальной ионной имплантации





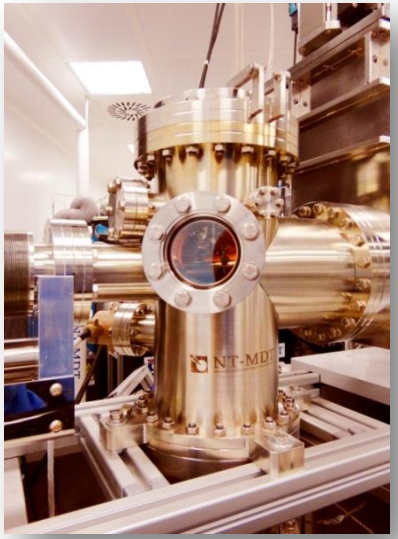


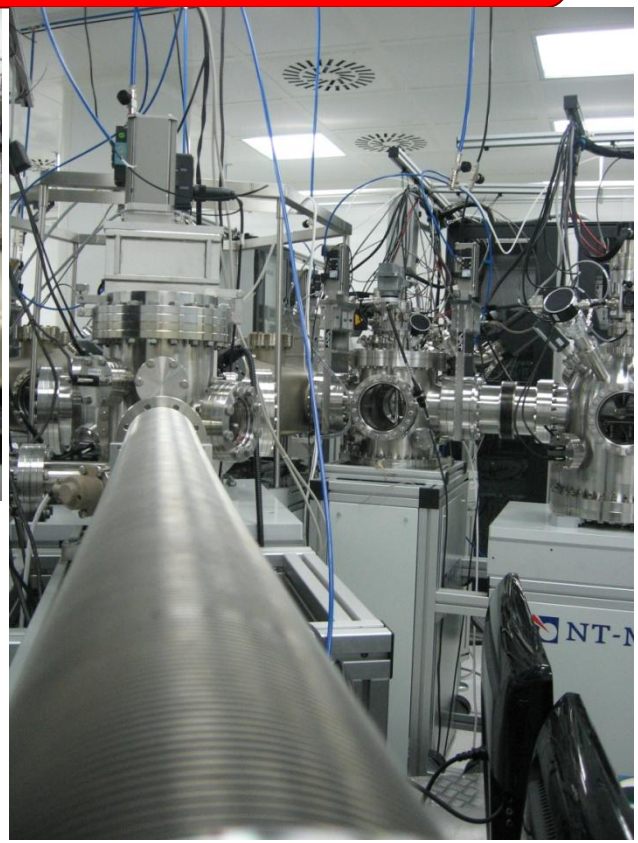


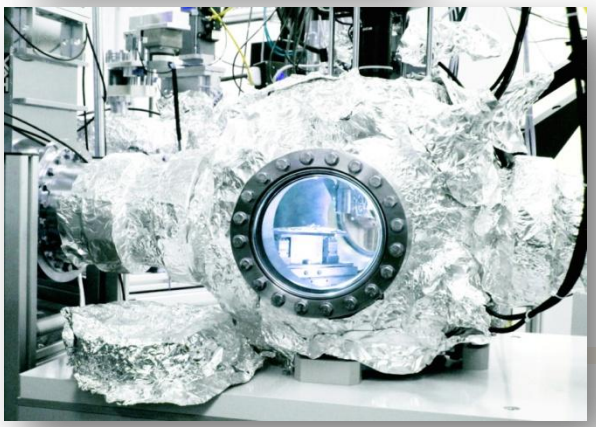


Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Модуль сверхвысоковакуумной сканирующей зондовой микроскопии



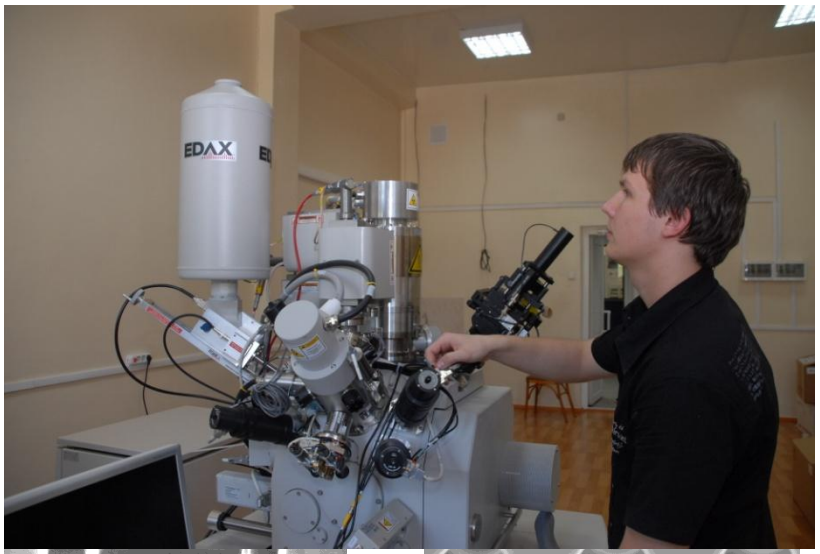


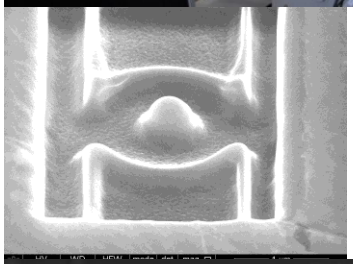


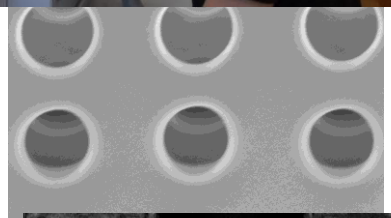
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

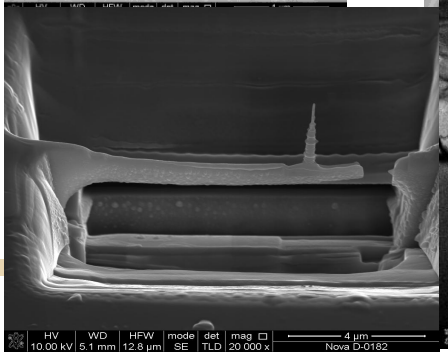
Электронно-ионный сканирующий микроскоп Nova NanoLab 600 (FEI Company)

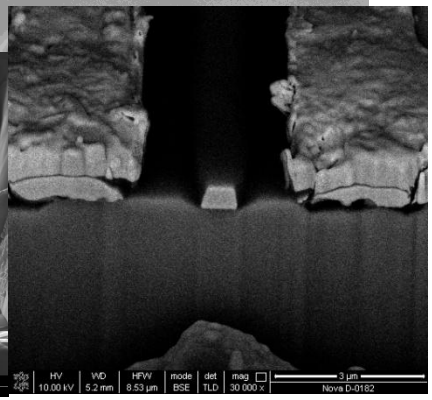
- Сканирующая электронная микроскопия
- Система электронно-лучевой литографии (ELPHY Quantum Lithography system)
- Газовая химия – локальное травление и осаждение материалов
- Пробоподготовка для просвечивающей электронной микроскопии
- Система электронно-зондового рентгеновского микроанализа (энергодисперсный анализ - EDS)
- ПО для анализа изображений





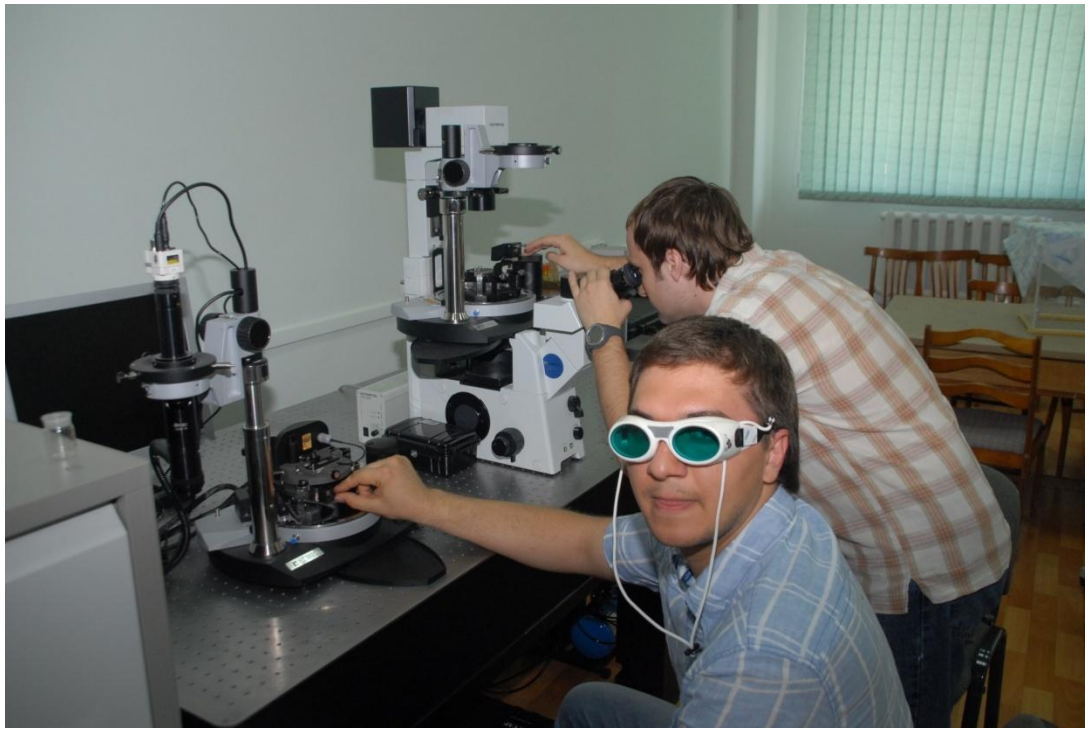


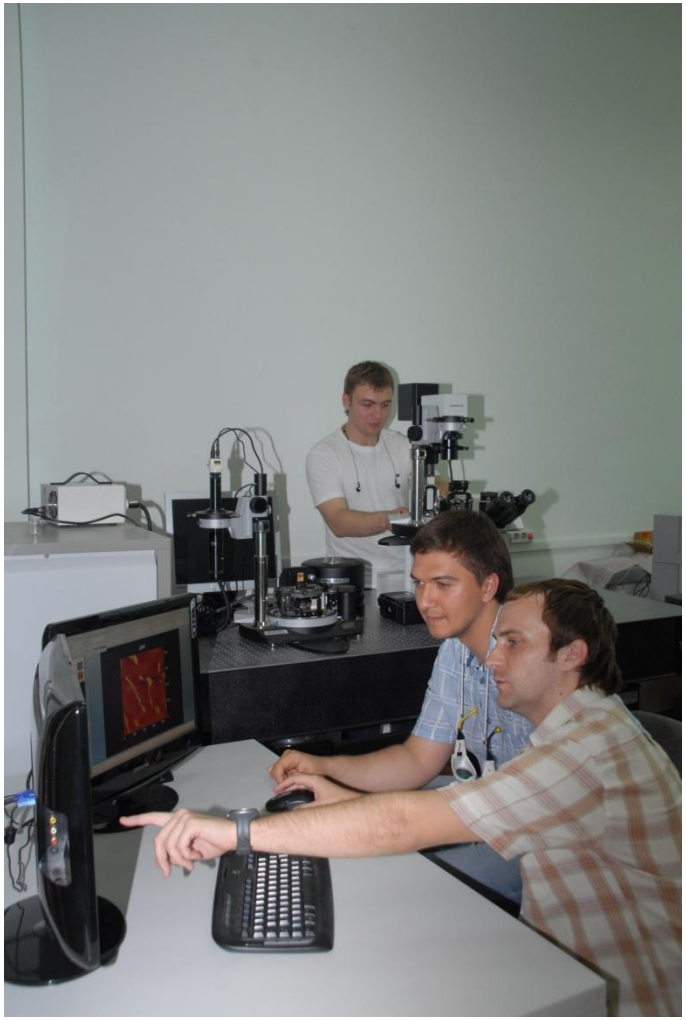




Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

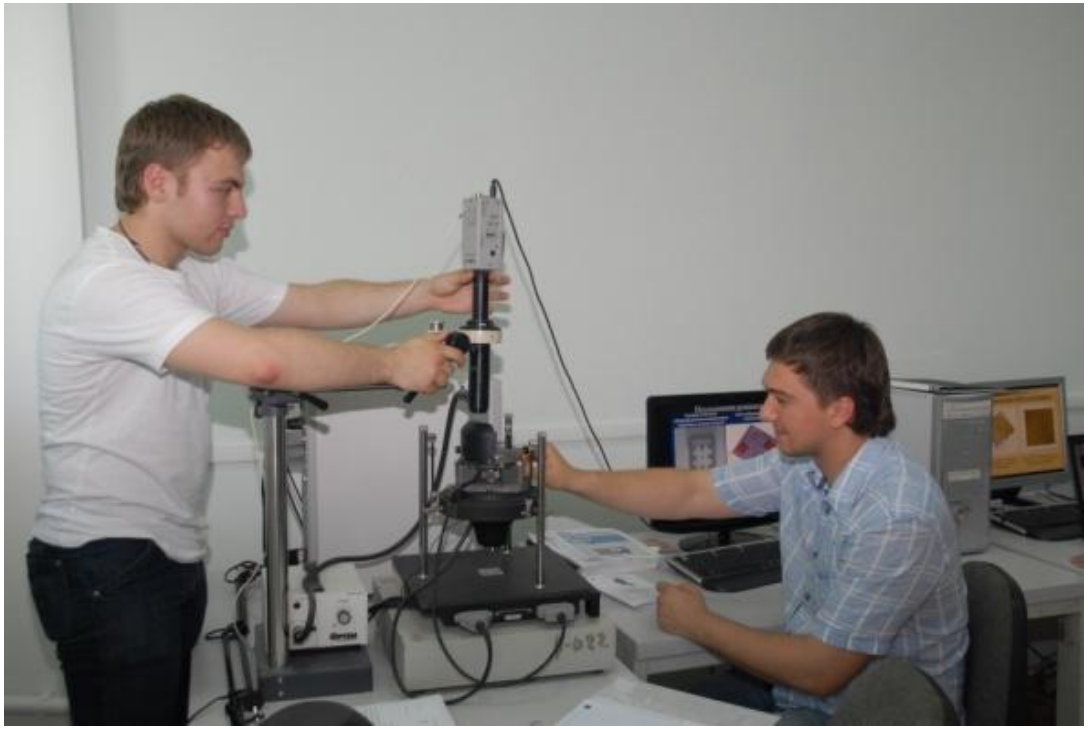
Зондовая нанолаборатория Ntegra Vita (ЗАО "Нанотехнологии МДТ" г. Зеленоград)





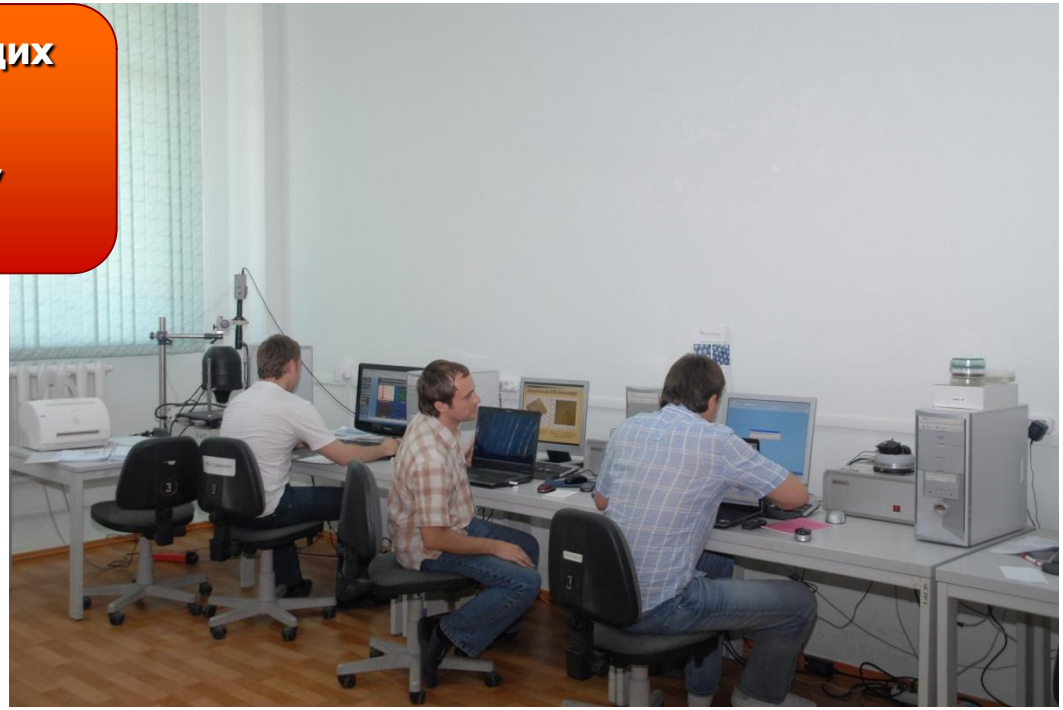
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Сканирующий зондовый микроскоп Solver P47 Pro (ЗАО "Нанотехнологии МДТ" г. Зеленоград)



Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Комплекс учебных сканирующих зондовых микроскопов NanoEducator (ЗАО "Нанотехнологии МДТ" г. Зеленоград)



Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

План технологической гермозоны НОЦ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ЮФУ

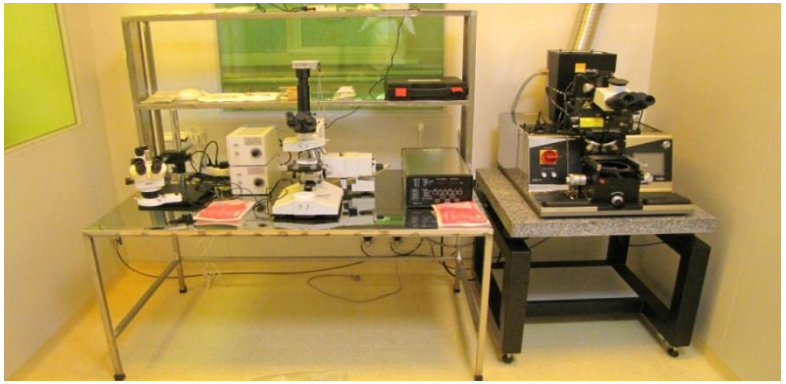
Ген. подрядчик - ЗАО “Научное и технологическое оборудование” г. Санкт-Петербург

Комплект технологического оборудования для формирования структур микро- и наносистемной техники

чистое помещение класса 7/5 ИСО, S=400 м^2

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая гермозона НОЦ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ЮФУ



Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

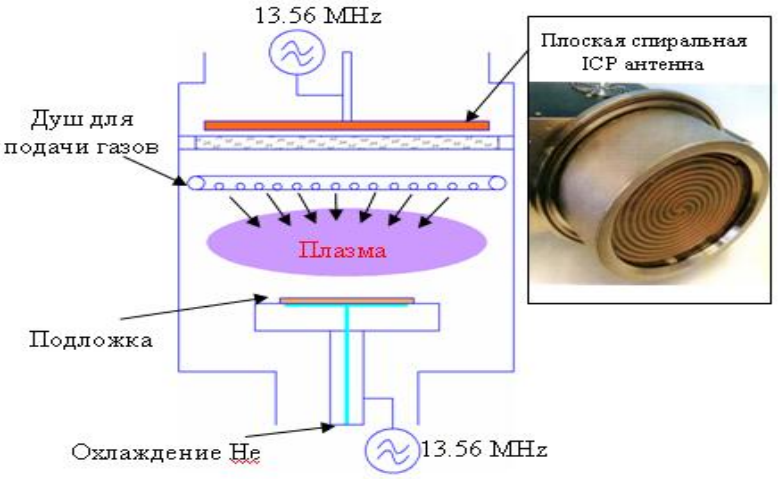
Технологическая гермозона НОЦ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ЮФУ
Участок плазмохимии

STE ICPe68 SemiTEq

(ЗАО “НТО” г. Санкт-Петербург)

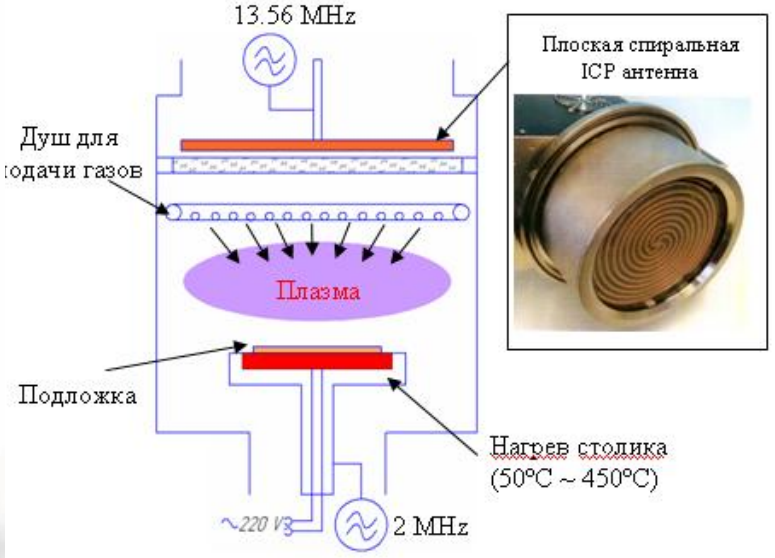
- установка плазмохимического травления с индуктивным и емкостным источниками плазмы. Ручная загрузка.

Травление Si_3N_4, SiO_2 и Si



Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая гермозона НОЦ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ЮФУ
Участок плазмохимии



STE ICPd81 SemiTEq (ЗАО “НТО” г. Санкт-Петербург)

- установка плазмохимического осаждения с индуктивным источником плазмы. Ручная загрузка. Осаждение Si_3N_4, SiO_2

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая гермозона НОЦ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ЮФУ
Участок плазмохимии

Установка Oxford PlasmaLab 100 Plus LPCVD для осаждения poly-Si

Установка YES-CV200RFS для удаления органики в кислородной плазме

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая гермозона НОЦ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ЮФУ
Участок физического осаждения

Установка физического осаждения Auto500.

Электронно-лучевой испаритель 6 кВт и два магнетрона (RF и DC) 3” (O_2, N_2, Ar).

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая гермозона НОЦ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ЮФУ
Участок термической обработки

STE RTA70H (ЗАО “НТО” г. Санкт-Петербург)

установка высокотемпературной обработки в управляемой газовой среде

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

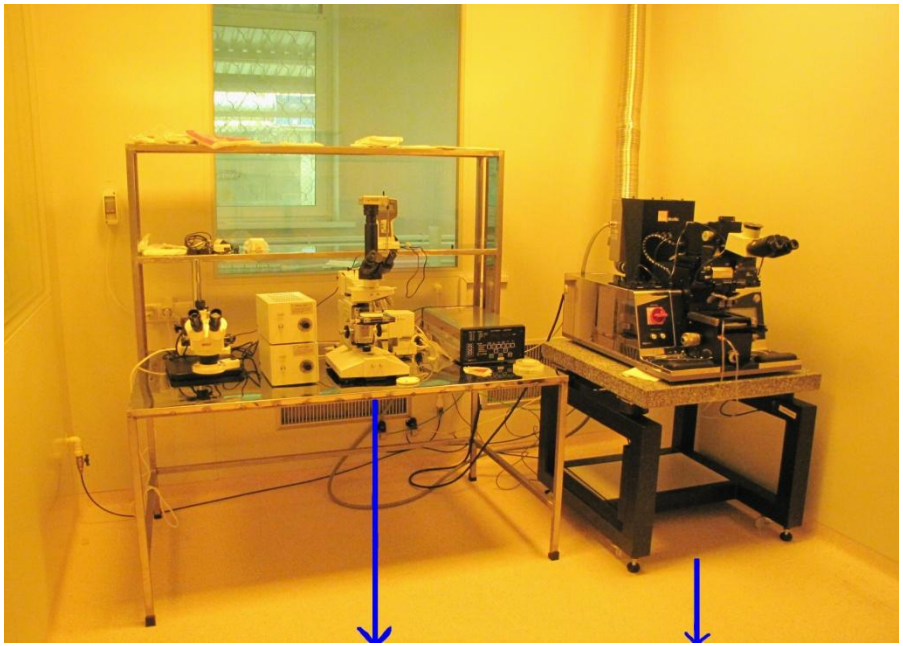
Технологическая гермозона НОЦ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ЮФУ
Участок термической обработки

Система диффузионная однозонная влажного окисления
и жидкостной диффузии СД.ОМ-3/100-М

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая гермозона НОЦ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ЮФУ
Участок литографии

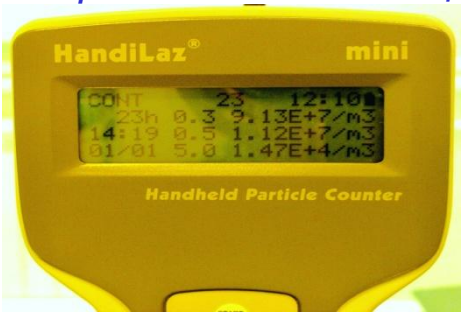
Класс чистоты необходимый: 5
Класс чистоты реальный: 9 (во время запуска)
Тип освещения: желтый свет



Микроскоп Биолам

Установка совмещения и экспонирования SUSS MJB4

HandiLaz mini. Счетчик аэрозольных частиц



Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Технологическая гермозона НОЦ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ЮФУ
Участок химии

Класс чистоты: 7
Тип освещения: желтый свет

Химический шкаф органических жидкостей

Центрифуга для сушки

1.Центрифуга для нанесения фоторезиста

Хотплэйт (HP-250)

Плитка для кипячения «Веста»

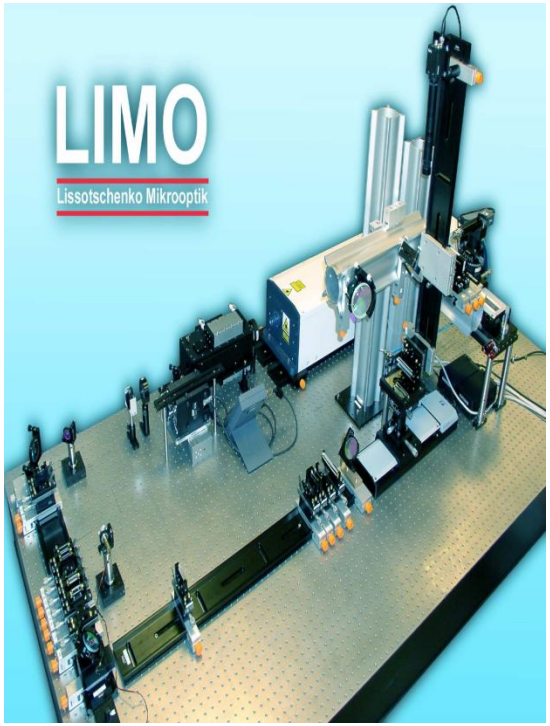
2. Хотплэйт (HP-160)

Станция жидкостной обработки Amerimade

Ламинарный шкаф «Ламинар-С»-1,8

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Универсальная лазерная установка для обработки материалов LIMO 100-532/1064-U



Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Контрольно- измерительное оборудование

Аналитическая субмикронная Установка зондового контроля
ЭМ-6070А

Система для определения характеристик полупроводниковых приборов
Keithley 4200-SCS

Установка бесконтактного измерения удельного сопротивления
LEI 1510M40

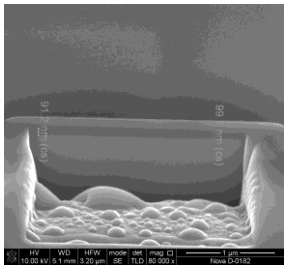
Установка измерения ЭДС Холла
Ecopia HMS 3000

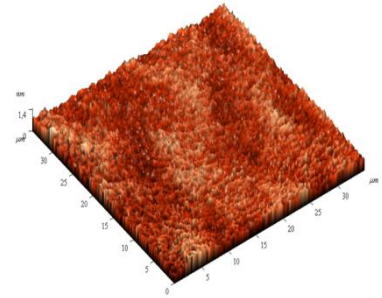
Оптические микроскопы различного назначения
Leica DM2500 M, МИИ-4М, МСП-2

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

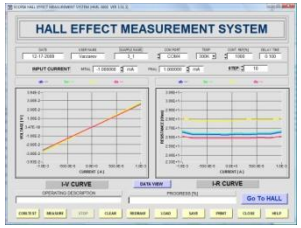
Разработка технологии получения HEMT-структур на основе GaAs для СВЧ полевых транзисторов методом молекулярно-лучевой эпитаксии на нанотехнологическом комплексе НАНОФАБ НТК-9

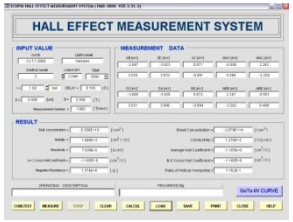
Таблица №2. Результаты измерений параметров pHEMT-структур



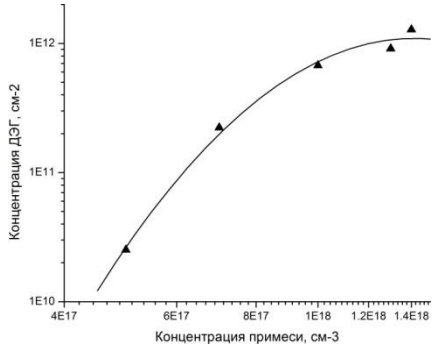


РЭМ-изображение разреза и АСМ-изображение поверхности HEMT-структуры

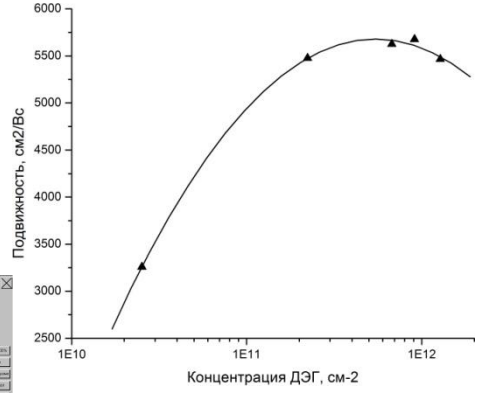


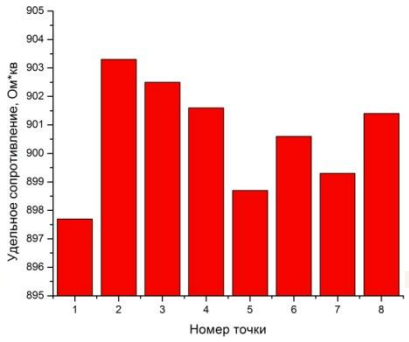


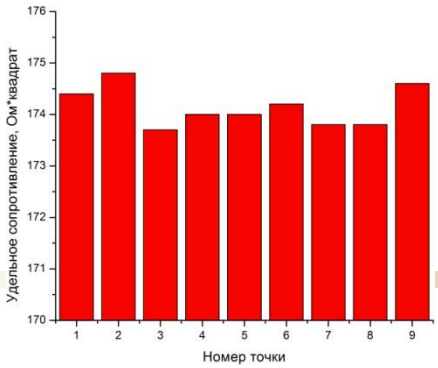
Исследование параметров эпитаксиальных структур методом Холла

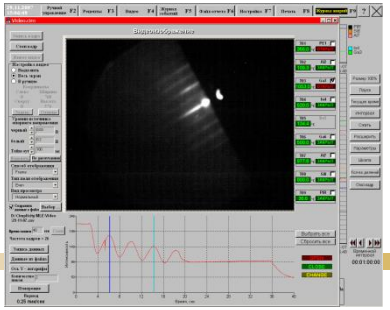


№ образца	300 К		77 К	
	Концентрация ДЭГ, $см^{-3}$	Подвижность ДЭГ, $см^2/В \cdot с$	Концентрация ДЭГ, $см^{-3}$	Подвижность ДЭГ, $см^2/В \cdot с$
26 (pHEMT)	$1.80 \cdot 10^{12}$	7 198	$1.75 \cdot 10^{12}$	20670
27 (pHEMT)	$1.83 \cdot 10^{12}$	7 395	$1.88 \cdot 10^{12}$	21 040





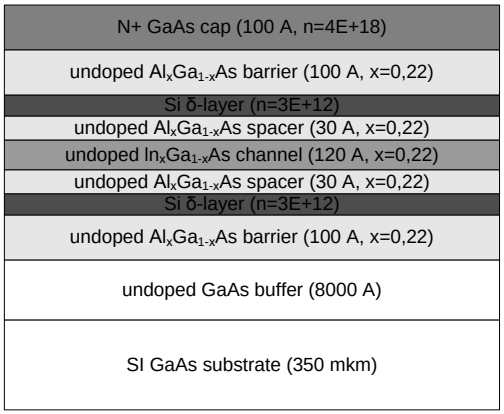




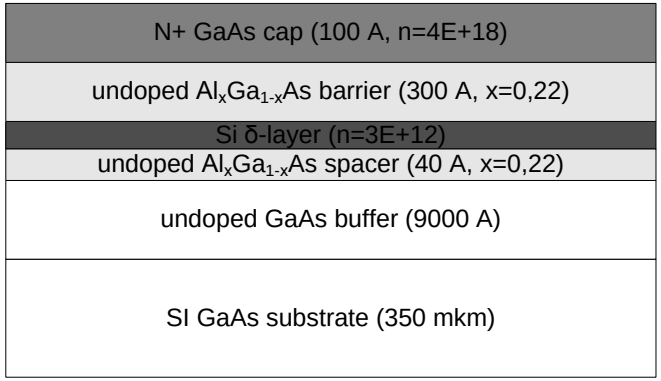
Результаты измерений электрофизических параметров HEMT-структур методом Холла

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

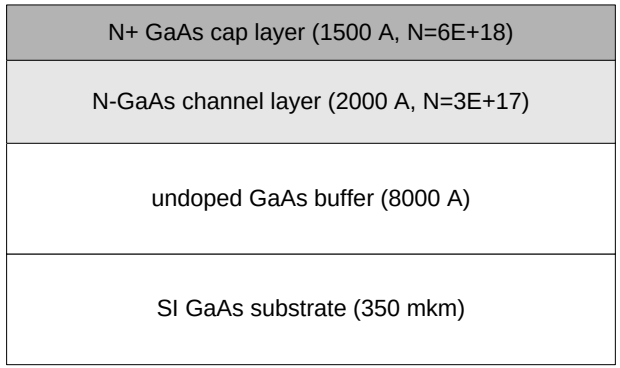
ПАСПОРТА
эпитаксиальных структур, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии на нанотехнологическом комплексе НАНОФАБ НТК-9



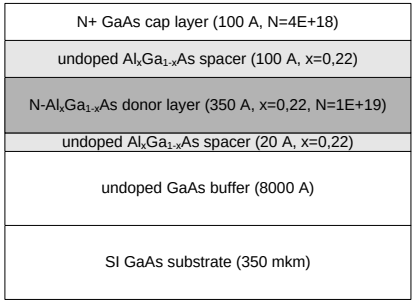
dpHEMT δ-doped



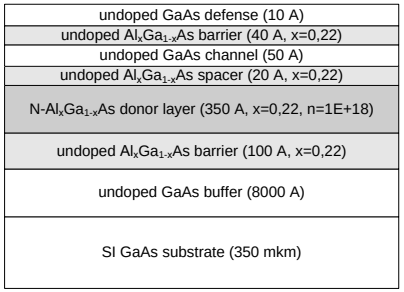
HEMT δ-doped



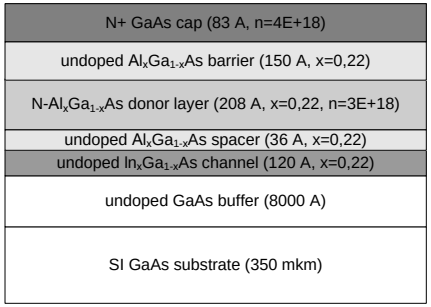
GaAs FET



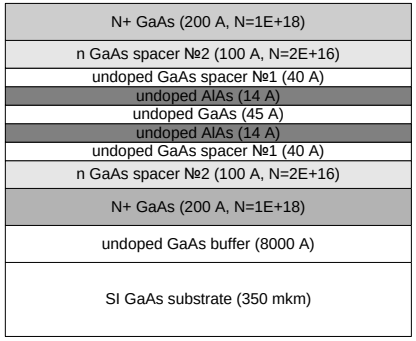
GaAs HEMT



HEMT inverse

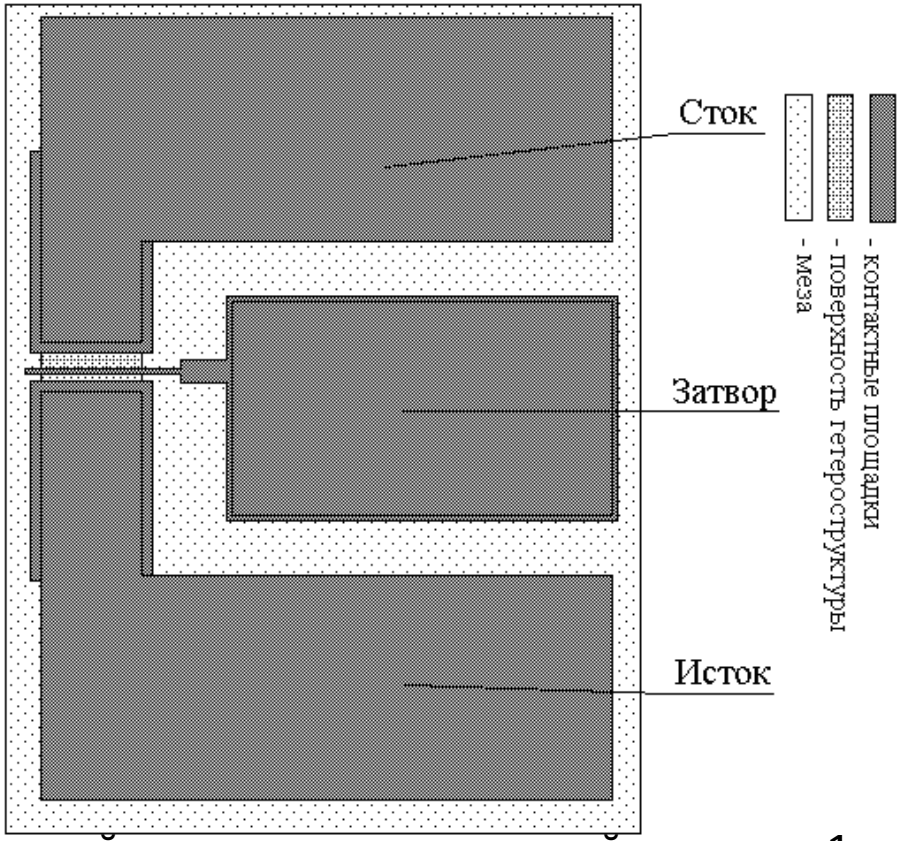


pHEMT



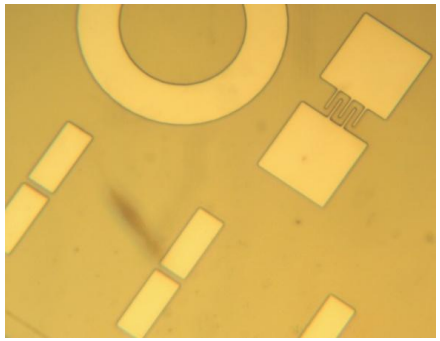
GaAs RTD

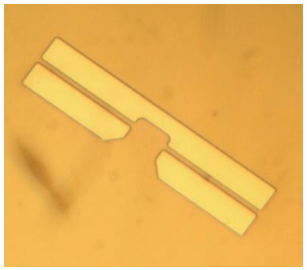
Тестовый модуль

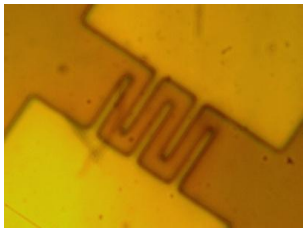


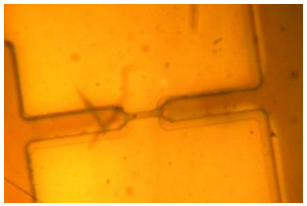
Тестовый полевой транзистор с длинной затвора 1 мкм и шириной активной области 20 мкм.

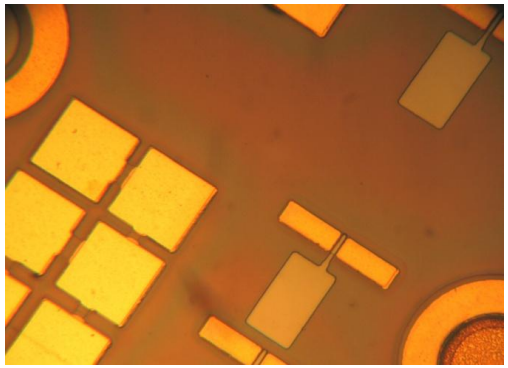
Реализованная топология

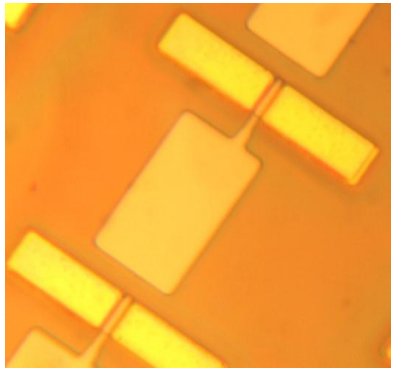


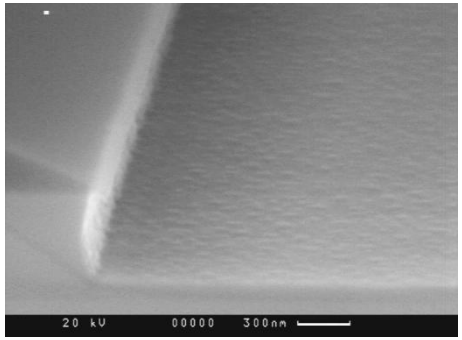




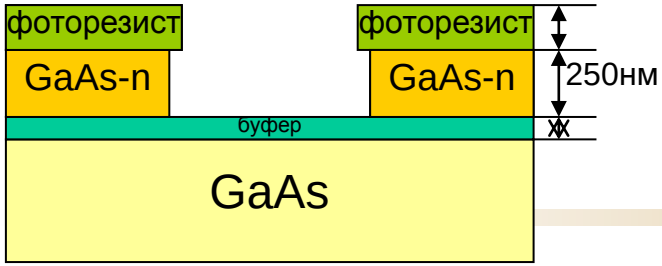




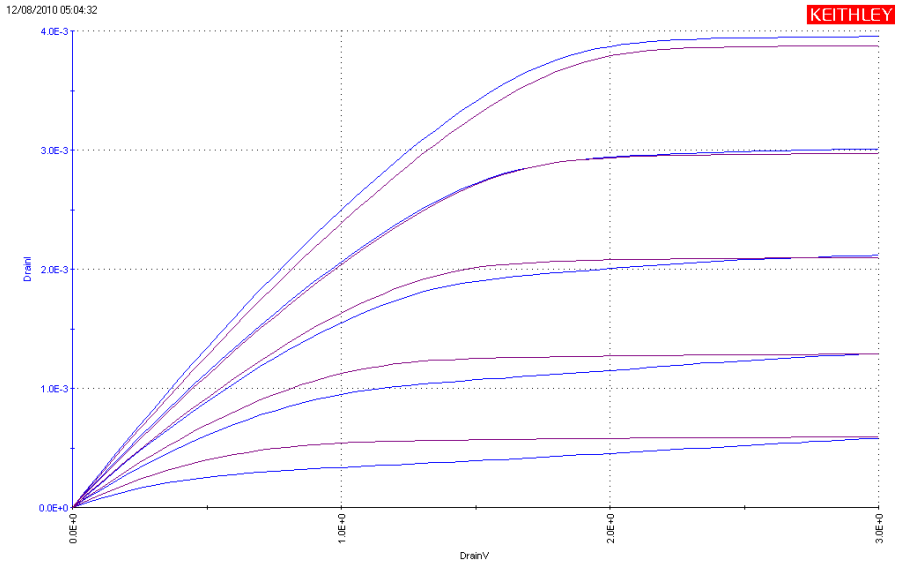




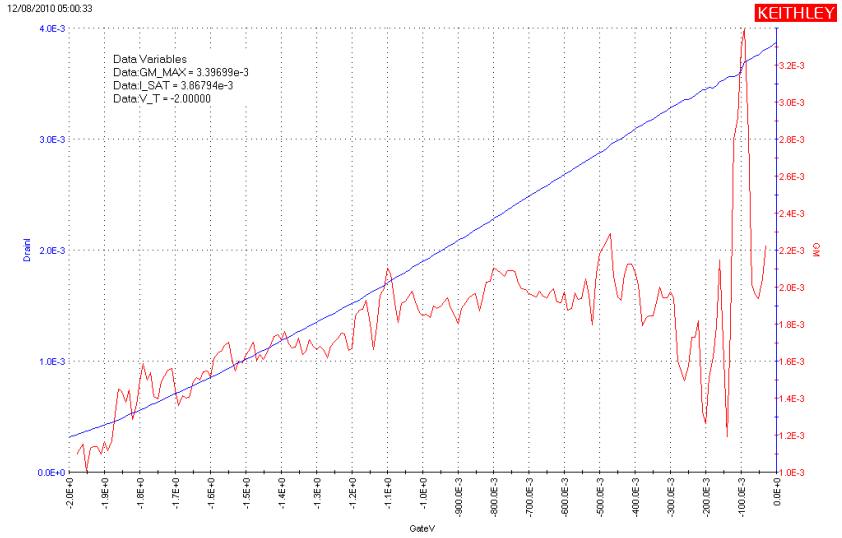
Минимальный полученный размер – 1 мкм на двухслойном фоторезисте



Тестовый транзистор. Характеристики



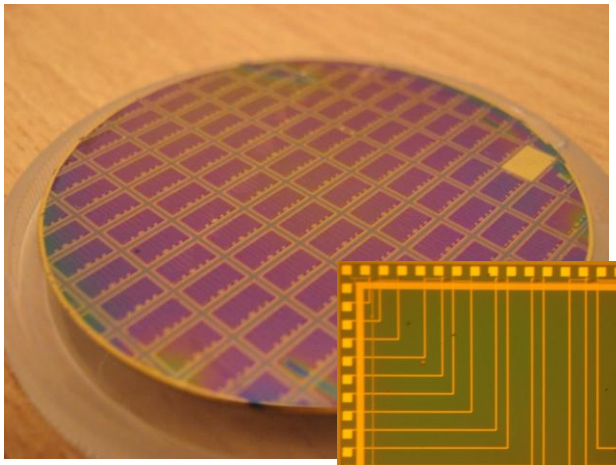
Темновая и световая ВАХ тестового транзистора

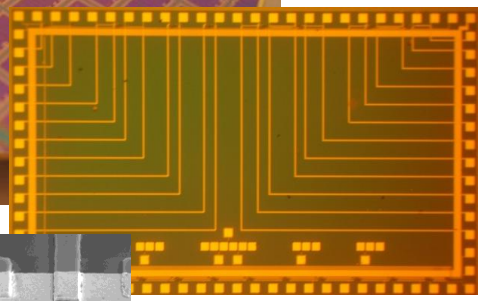


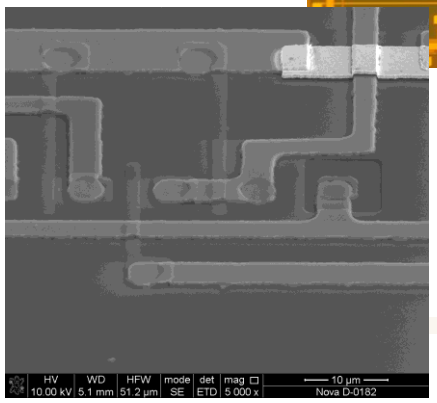
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

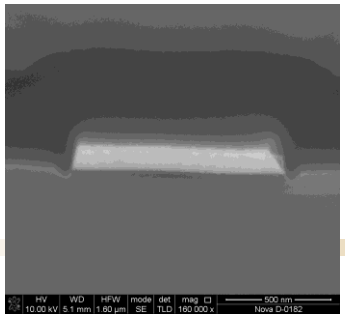
Разработка конструкций и технологии изготовления прототипов наноразмерных гетероструктур на основе материалов группы А3В5 для высокопроизводительных интегральных телекоммуникационных систем, средств связи СВЧ-диапазона и оптоэлектронных вычислительных систем

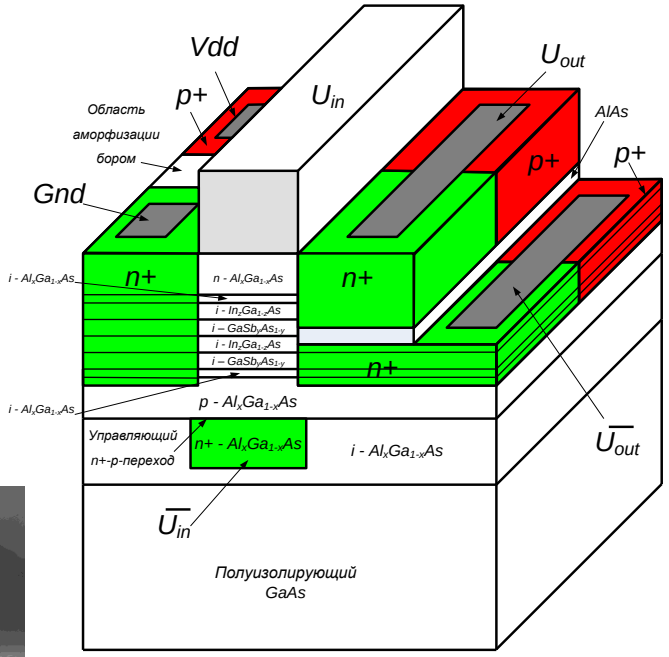
(Совместно с ФТИАН (г. Москва), ФТИ РАН им. Иоффе (г. Санкт-Петербург)
ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи»)

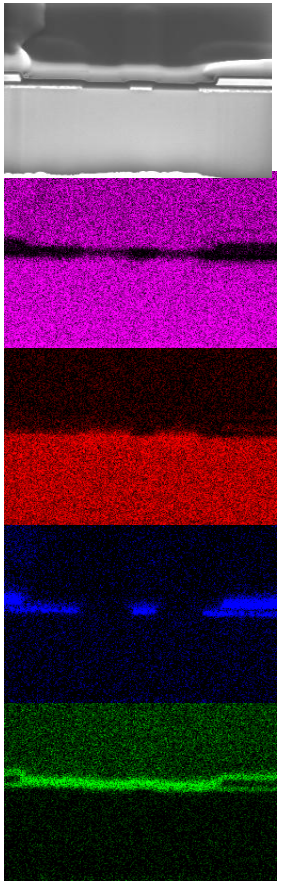








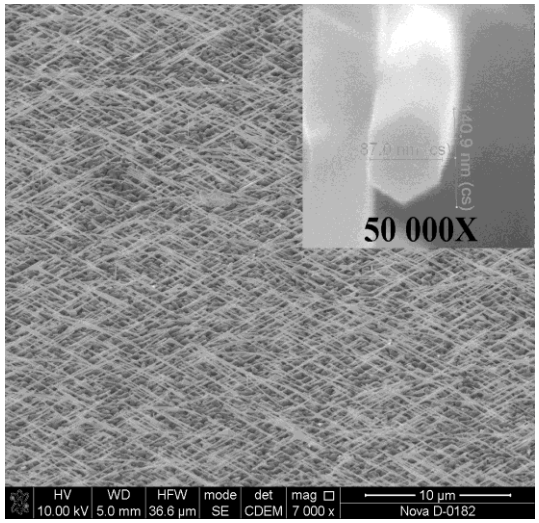


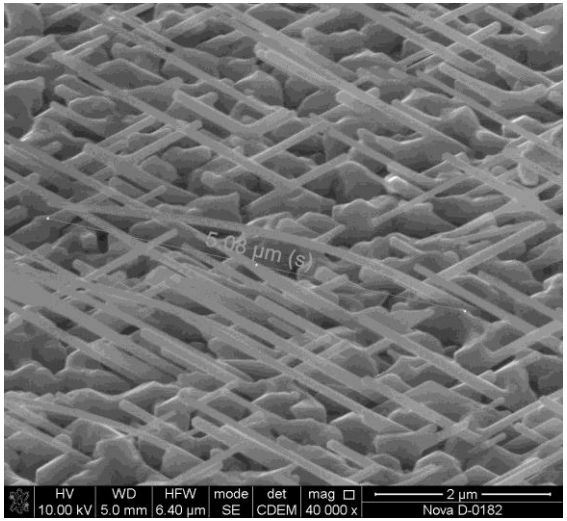


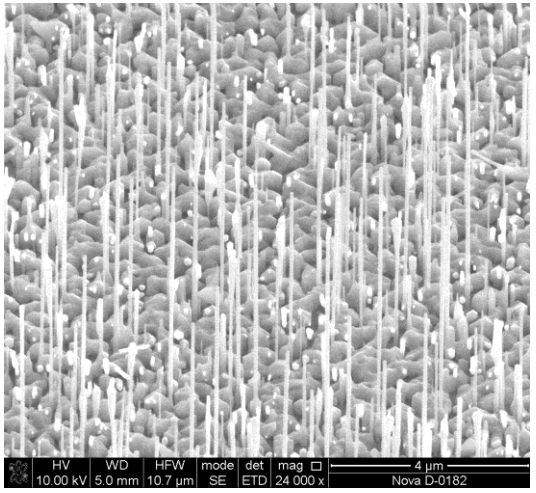
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

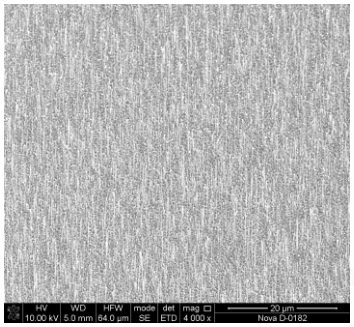
Получение исследование арсенид галлиевых наноструктур методом молекулярно-лучевой эпитаксии на нанотехнологическом комплексе НАНОФАБ НТК-9

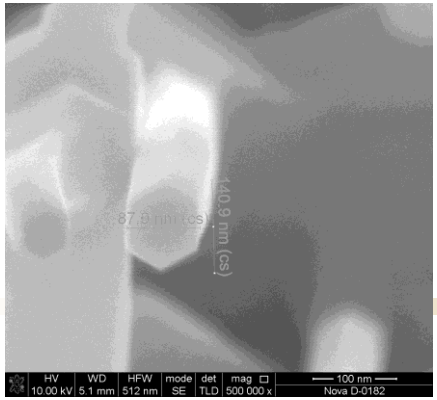
нитевидные нанокристаллы

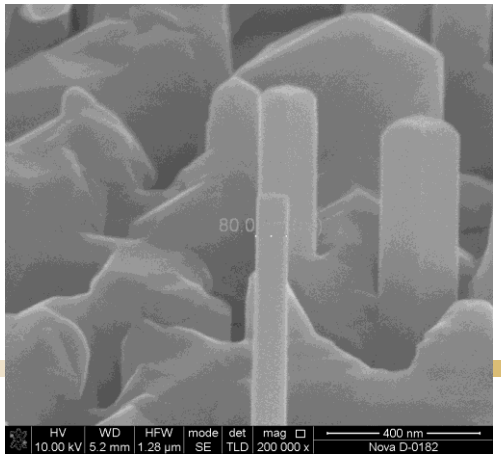


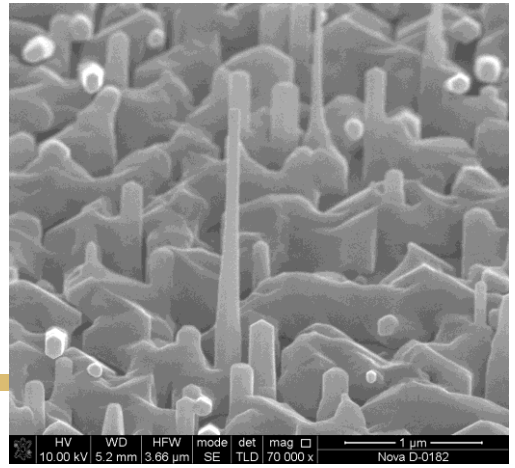








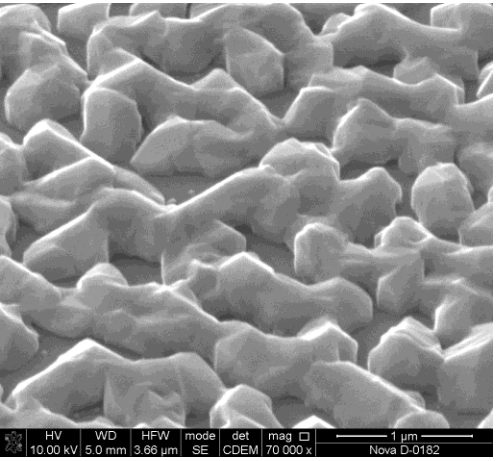


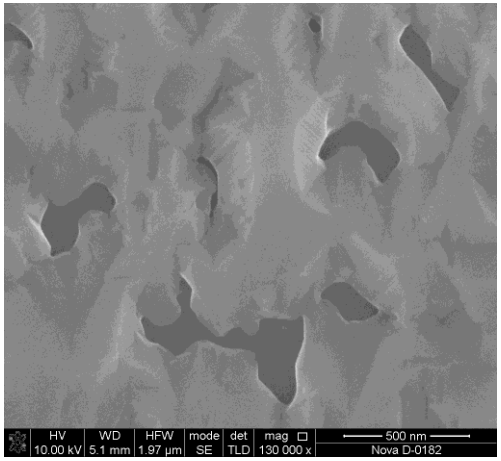


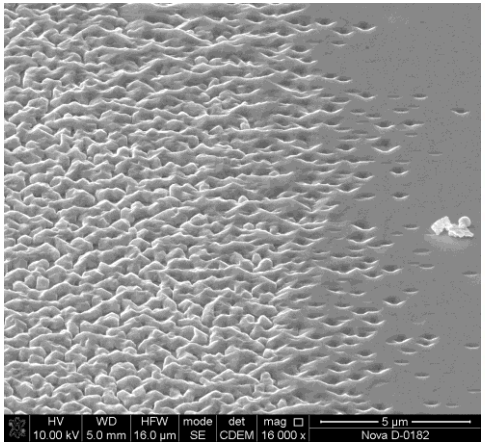
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

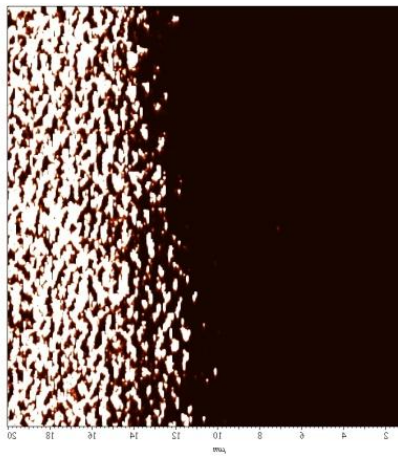
Получение исследование арсенид галлиевых наноструктур методом молекулярно-лучевой эпитаксии на нанотехнологическом комплексе НАНОФАБ НТК-9

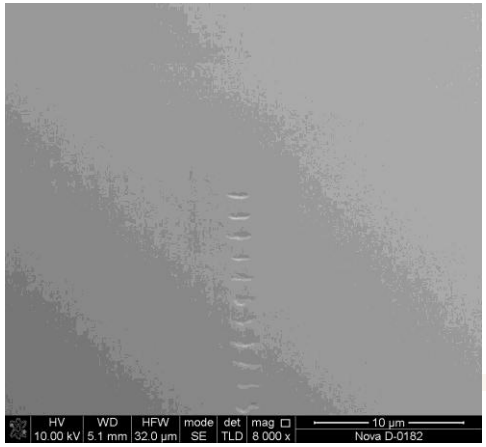
слои нанокристаллического GaAs

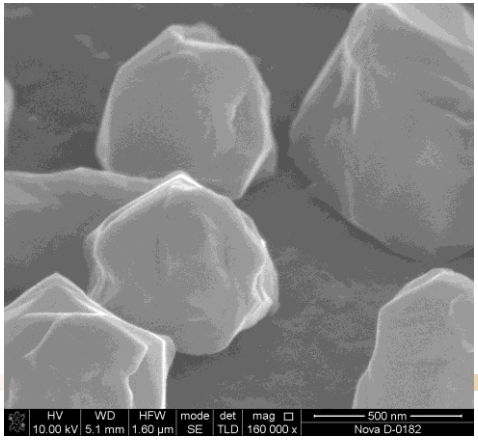


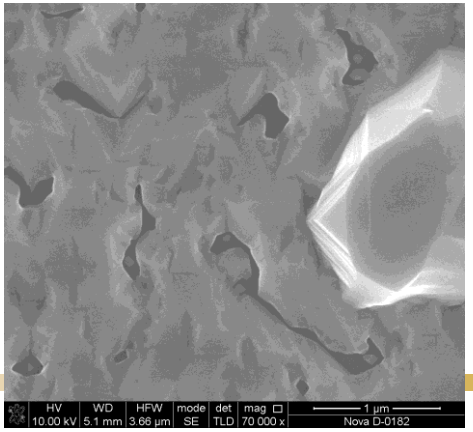


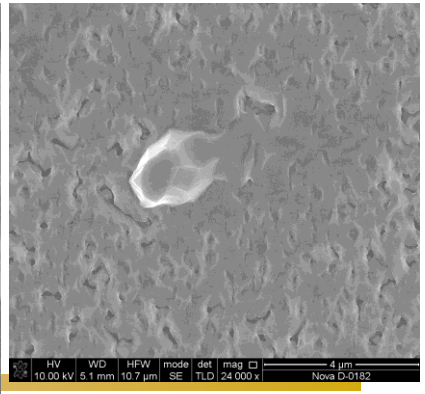




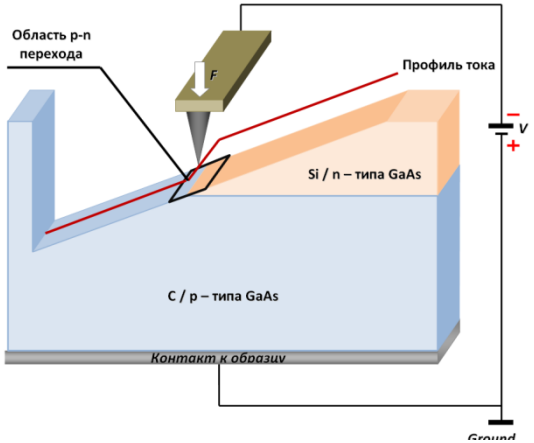






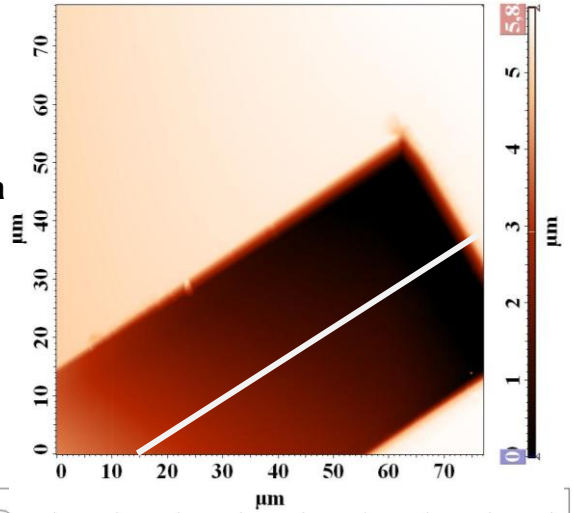


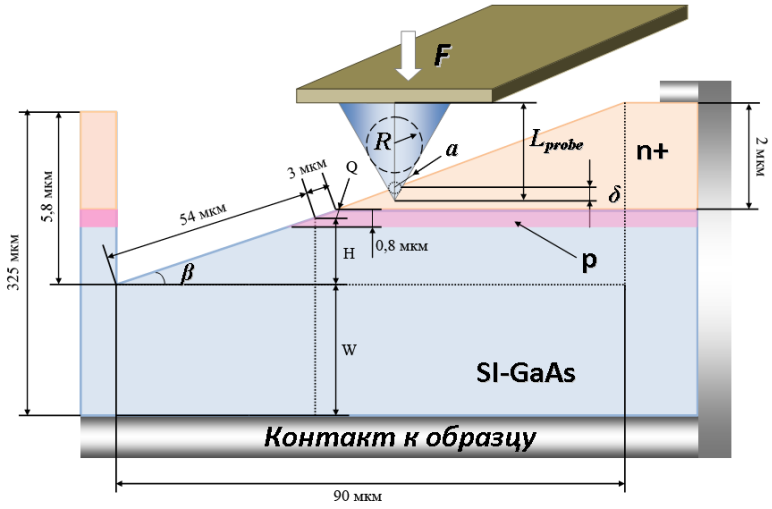
Методика исследования электрических параметров эпитаксиальных структур GaAs на нанотехнологическом комплексе НАНОФАБ НТК-9



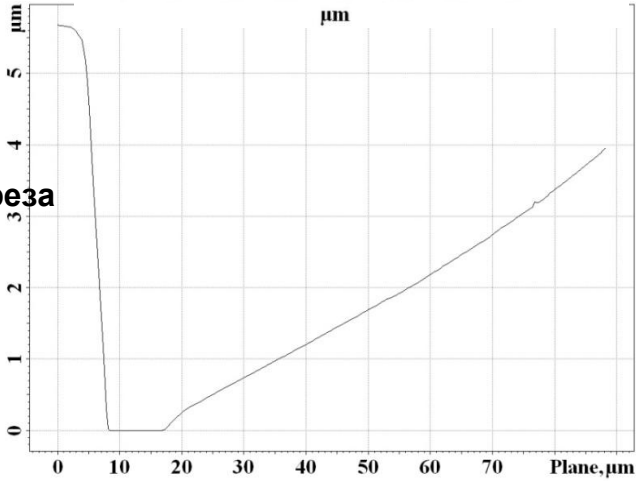
Схематическое изображение системы зонд – подложка

АСМ – изображение клиновидного среза





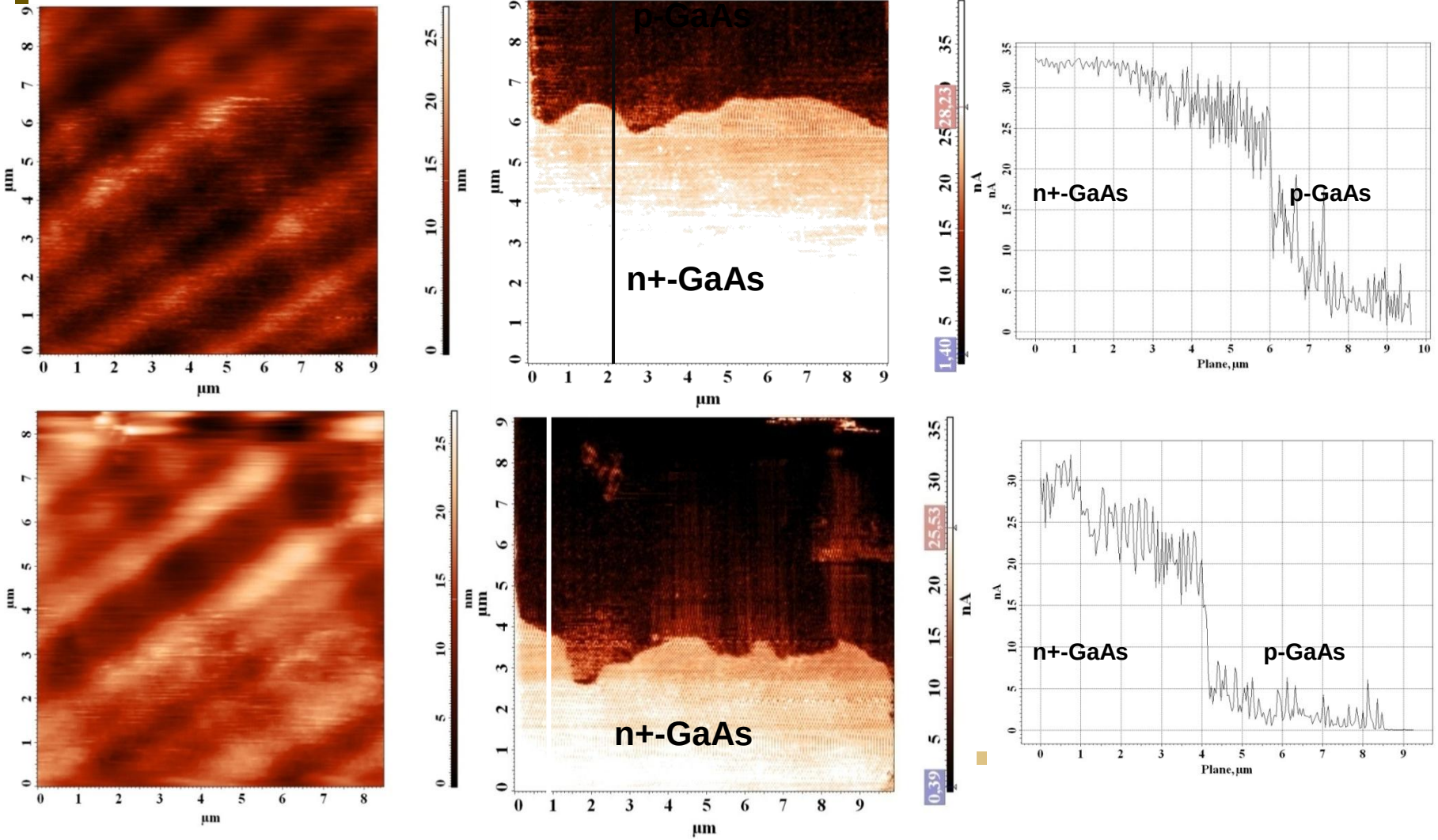
Профиль клиновидного среза



АСМ – изображения рельефа внутренней поверхности клиновидного среза

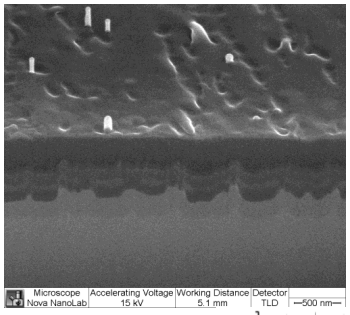
Карта распределения ток растекания

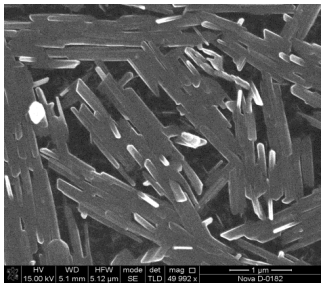
Профиль тока растекания

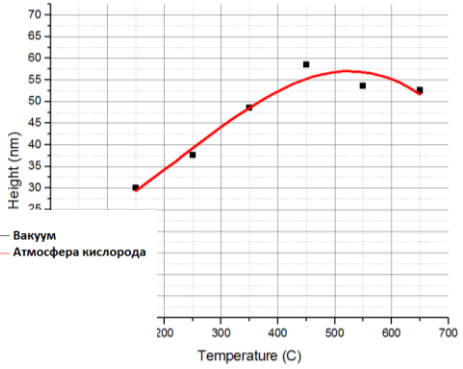


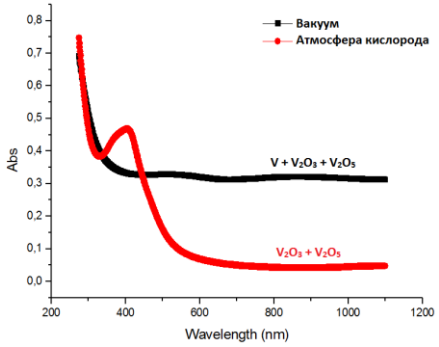
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

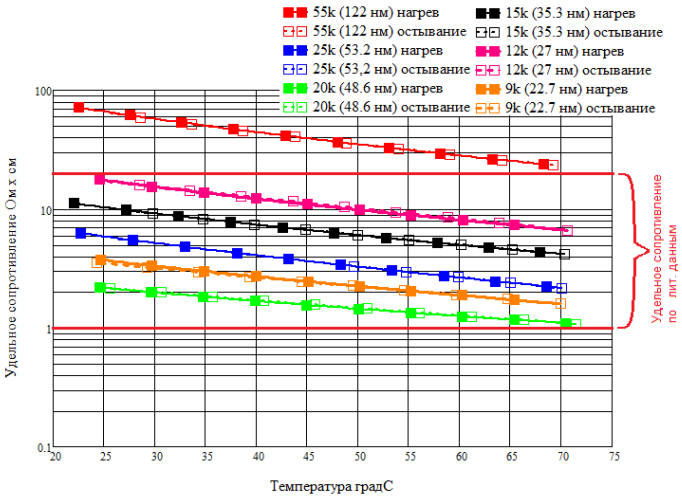
Разработка и исследование технологии формирования наноструктурированных пленок Vox методом импульсного лазерного осаждения



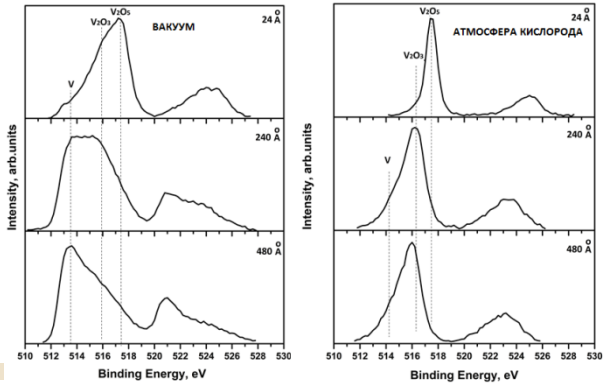


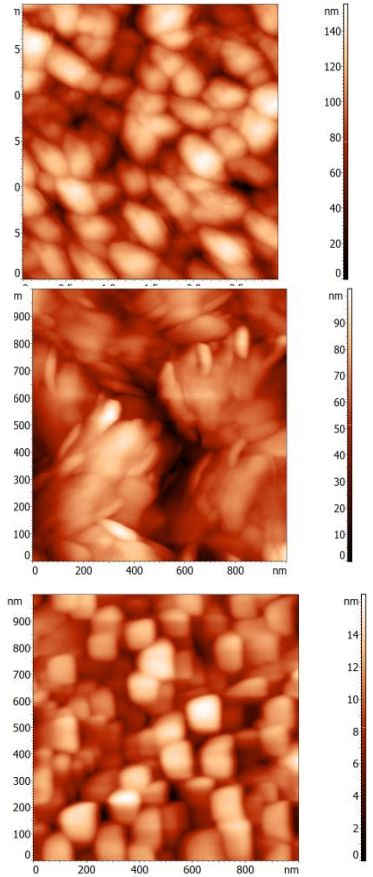




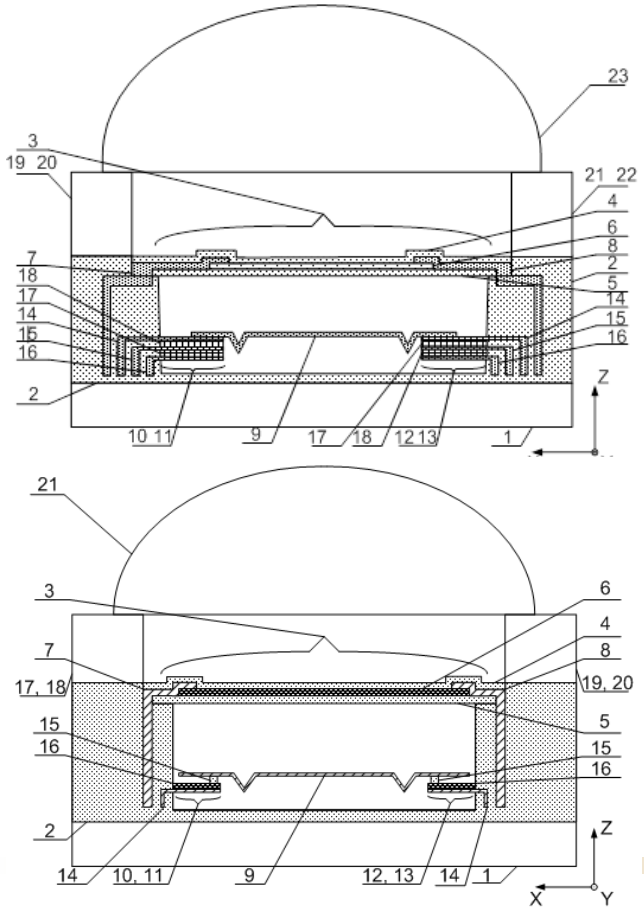


Зависимость удельного сопротивления от температуры

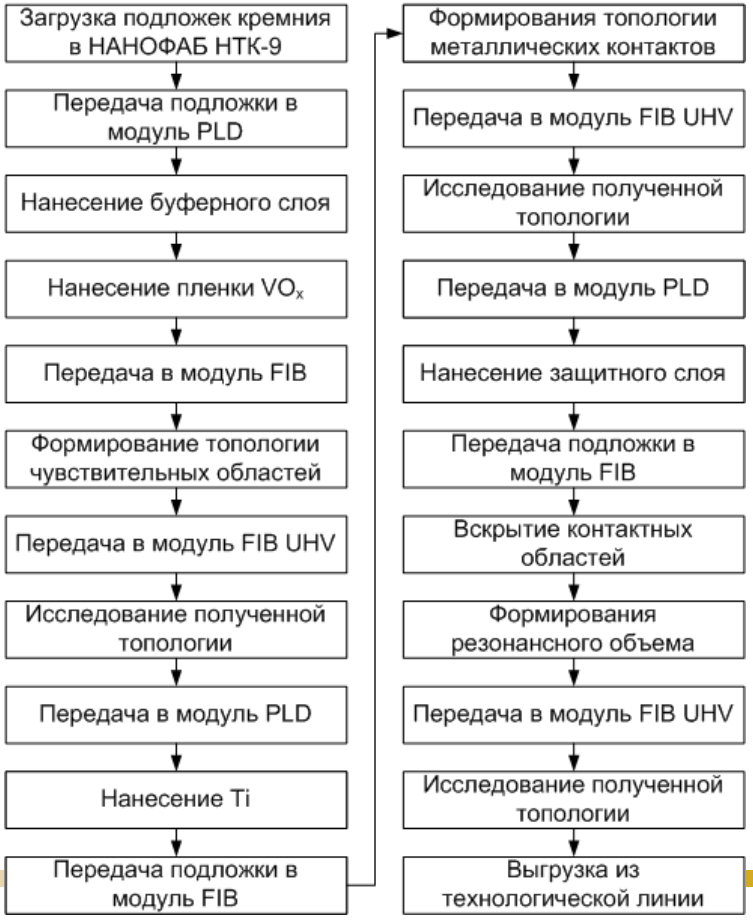




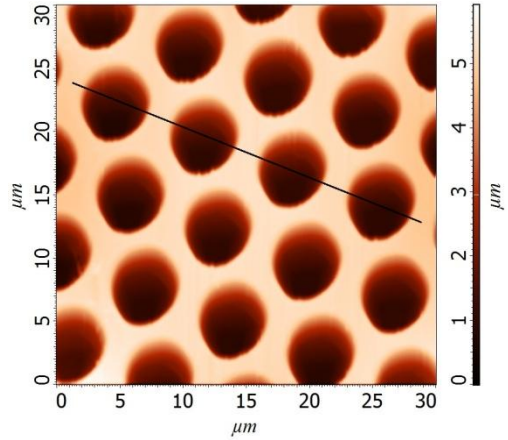
Конструкции перестраиваемых по частоте чувствительных элементов ИК-фотоприемника

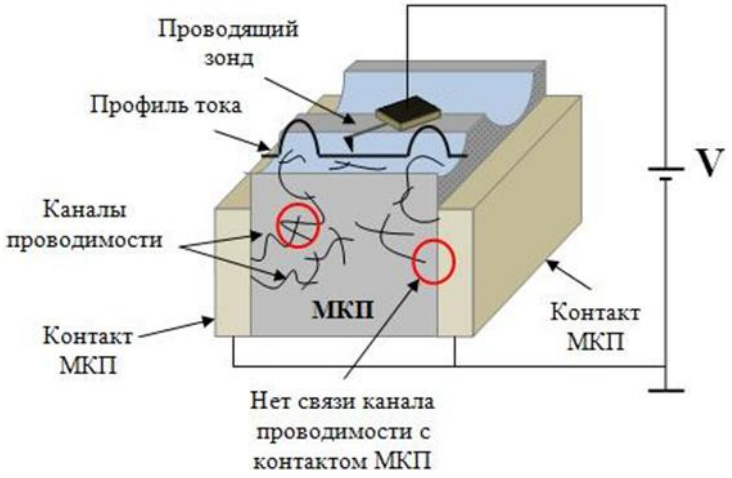


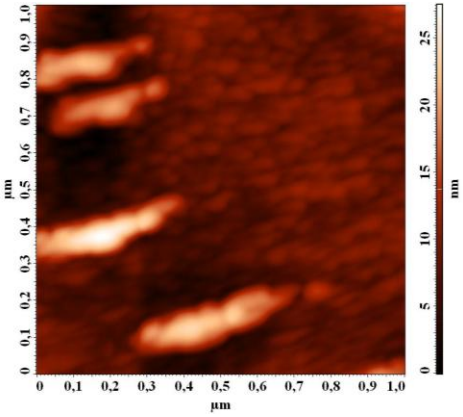
Технологический маршрут формирования чувствительных элементов сенсоров ИК-диапазона

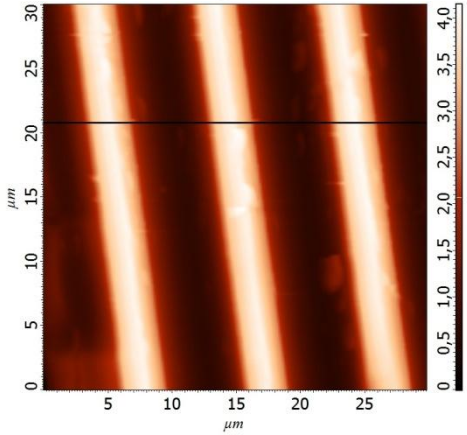


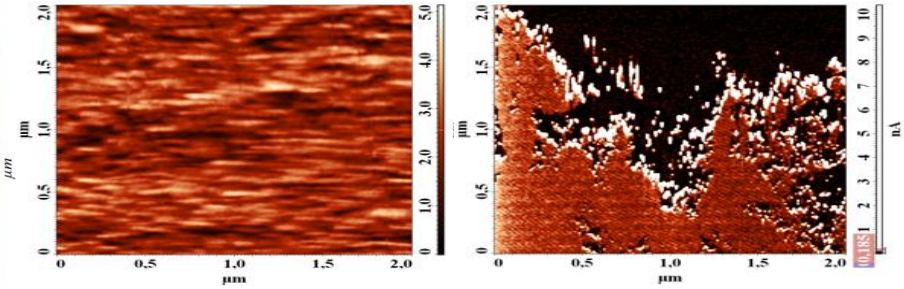
Методика исследования наноструктуры внутренней поверхности микроканальных пластин методом атомно-силовой микроскопии

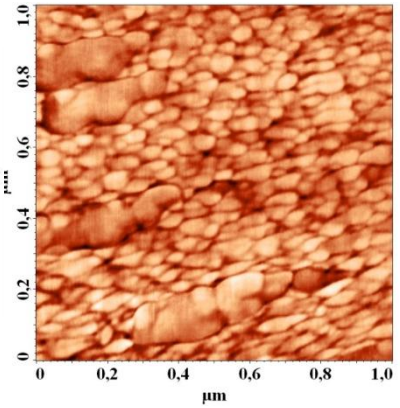










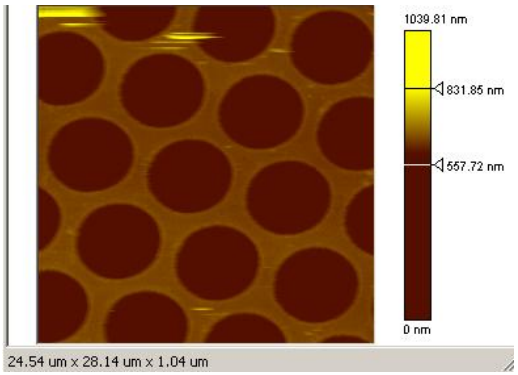


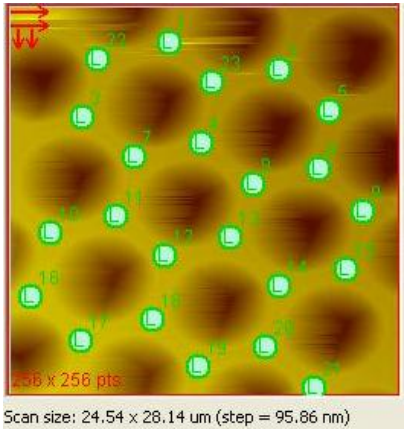
АСМ-изображения поверхности внутри канала МКП:
а) – рельеф поверхности; б) – распределение тока растекания

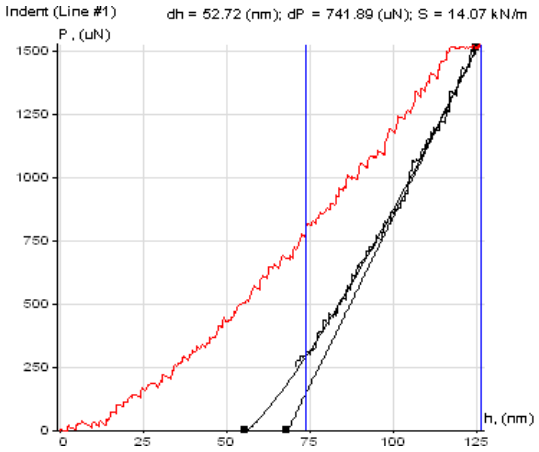
АСМ-изображения внутренней поверхности канала МКП:
а) – рельеф поверхности; б) – фазовый контраст

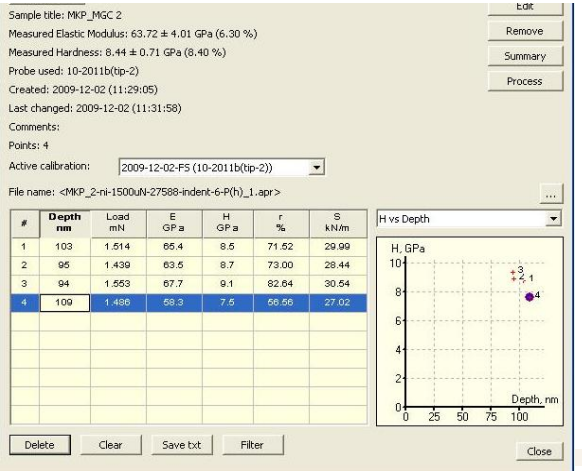
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Методика исследования наноструктуры внутренней поверхности микроканальных пластин методом атомно-силовой микроскопии

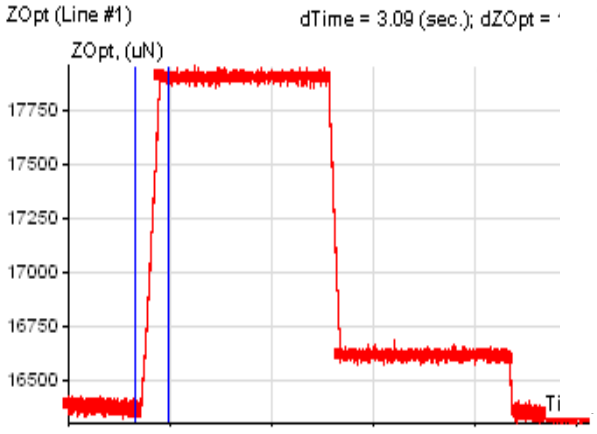








#	Depth nm	Load mN	E GPa	H GPa	r %	S kN/m
1	103	1.514	65.4	8.5	71.52	29.99
2	95	1.439	63.5	8.7	73.00	28.44
3	94	1.553	67.7	9.1	82.64	30.54
4	109	1.486	58.3	7.5	56.56	27.02



Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Разработка новых технологий изготовления и создание прототипов неохлаждаемых фотоэлектронных устройств для систем технического зрения в различных спектральных диапазонах, на основе наноструктурированных пленок полупроводниковых материалов

(Совместно с ЗАО “Светлана Рост” (г. Санкт-Петербург)
ОАО “Научно-производственное объединение космического приборостроения «Квант»” (г. Ростов-на-Дону))
ООО ВТЦ «Баспик» (г. Владикавказ)

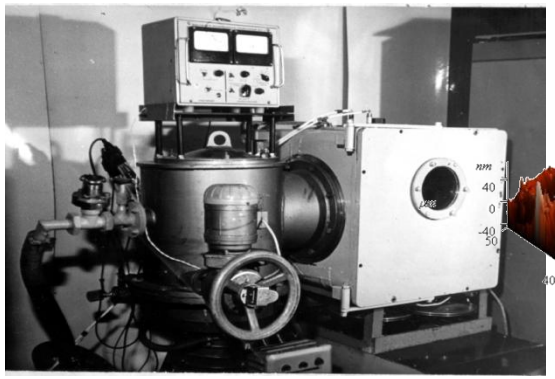
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

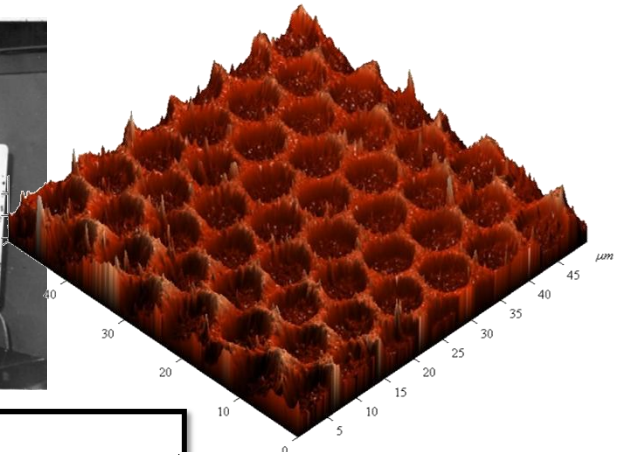
ПАТЕНТ

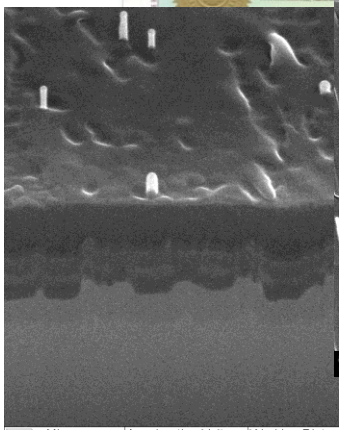
НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

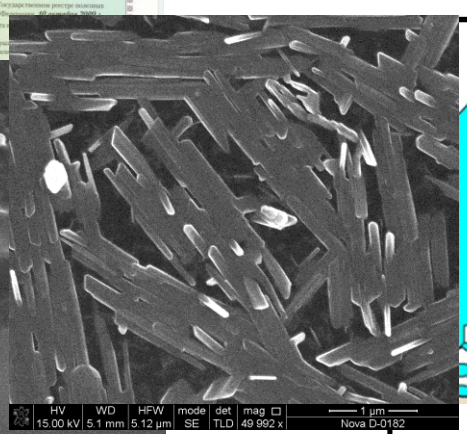
№ 87568

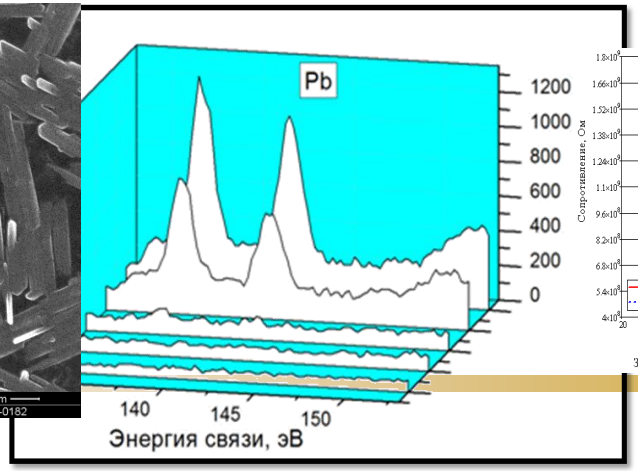
ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ НЕОХЛАЖДАЕМОГО ФОТОПРИЕМНИКА ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

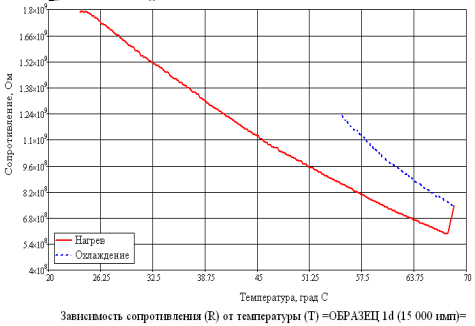








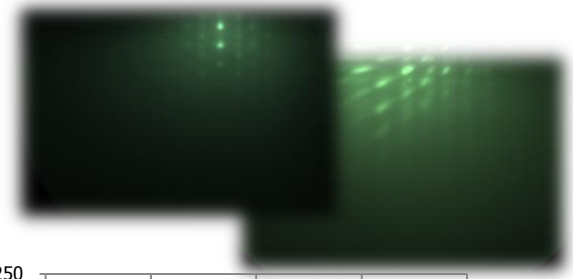


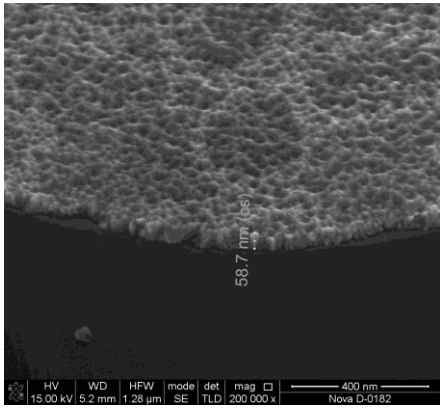


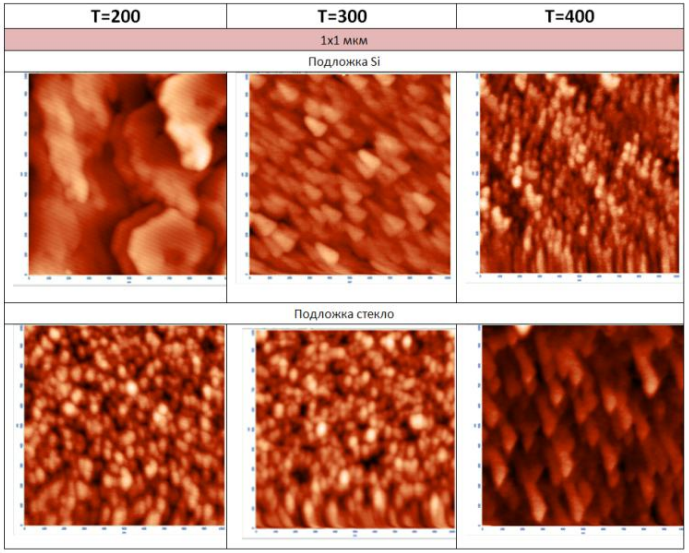
Зависимость сопротивления (R) от температуры (T) =ОБРАЗЕЦ 1d (15 000 имп)=

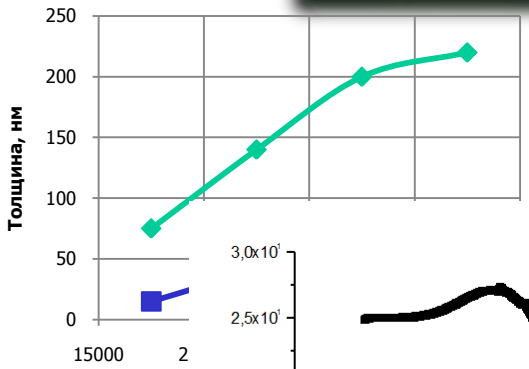
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

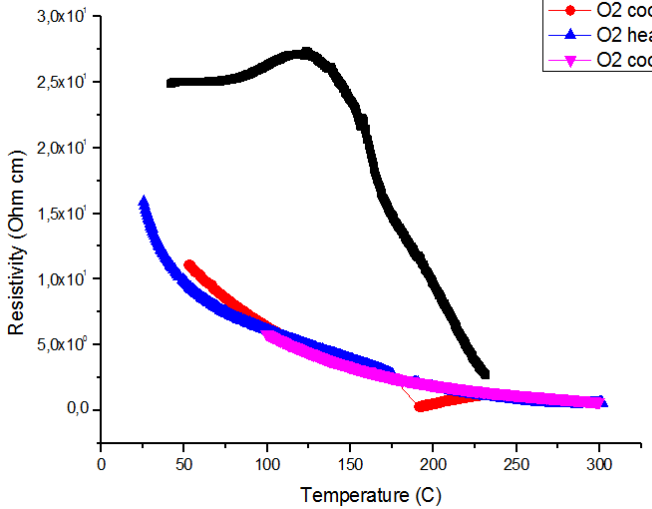
Разработка и исследование технологии формирования наноструктурированных пленок ZnO методом импульсного лазерного осаждения









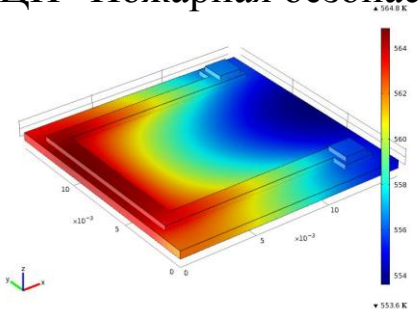


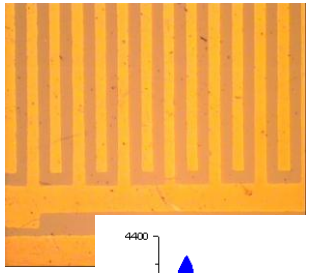
Электрофизические параметры пленки ZnO

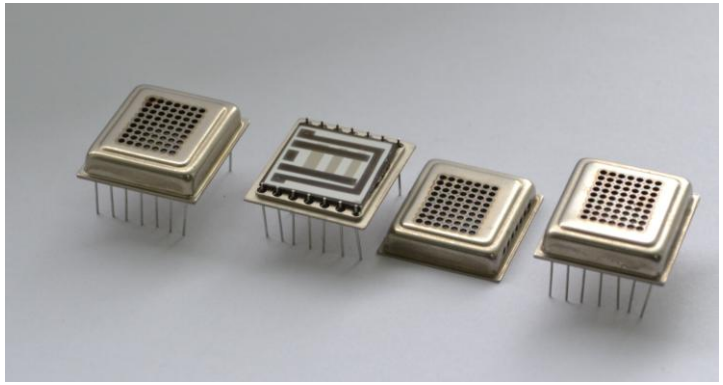
Характеристики	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Соотношение скорости подачи газов, $\frac{\text{кислород (см}^3\text{/с)}}{\text{азот (см}^3\text{/с)}}$	17/15	15/30	15/50
Давление в камере, Торр	9.5×10^{-3}	1.2×10^{-2}	1.85×10^{-2}
Температура нагревателя, °С	300	250	250
Концентрация электронов, $см^{-3}$	2.294×10^{19}	1.299×10^{19}	6.946×10^{18}
Подвижность электронов, $см^2/Вс$	8.833	4.442	3.375×10^{-1}
Сопротивление, Ом·см	3.081×10^{-2}	1.082×10^{-1}	2.663

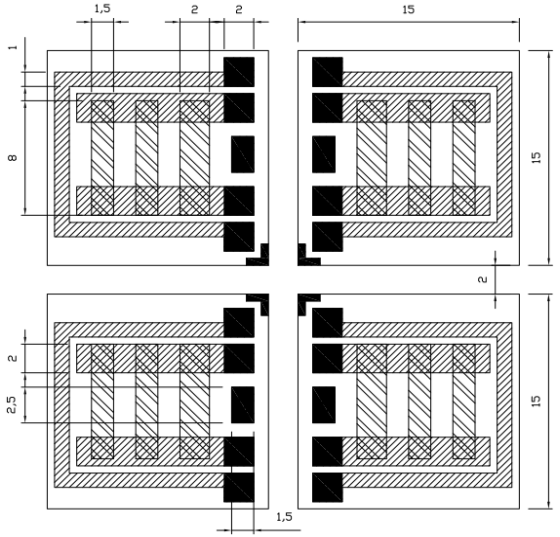
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

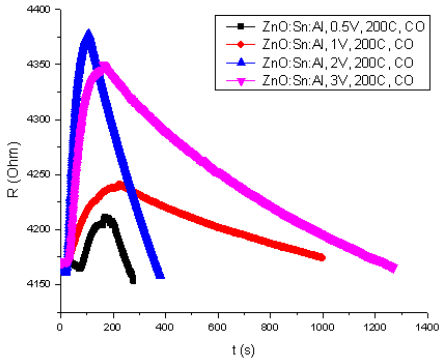
Разработка пилотного проекта технического комплекса раннего обнаружения, оповещения о пожаре и концентрации опасных, токсичных газов и вредных веществ с автоматической системой очищения воздуха в защищаемом помещении образовательного учреждения (ФЦП “Пожарная безопасность Российской Федерации”)

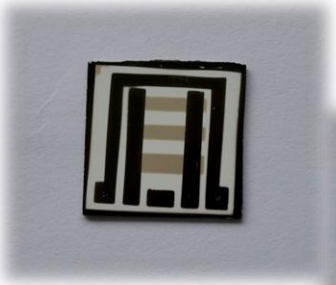


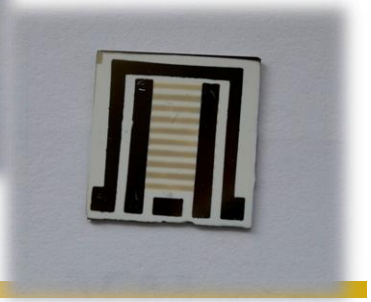


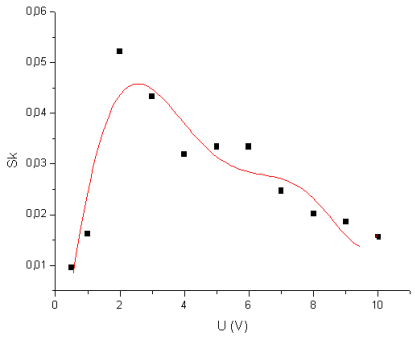








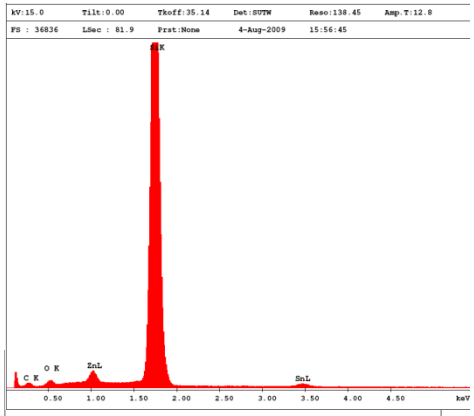


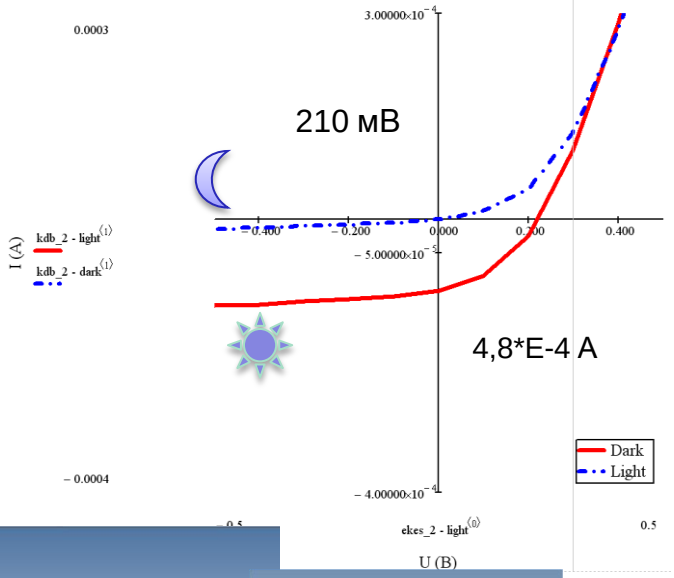


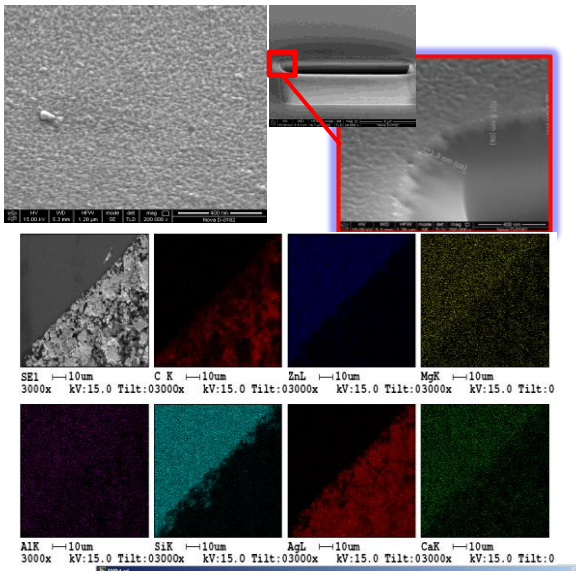
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

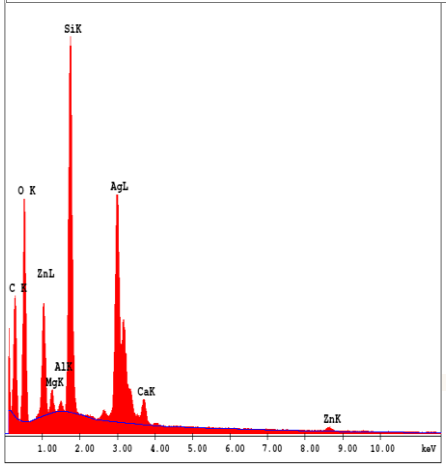
Разработка новых лазерных и нанотехнологий изготовления и создание прототипов перспективных солнечных элементов на основе наногетероструктур и наноструктурированных пленок полупроводниковых материалов и полимерных углеродных нанокомпозитов

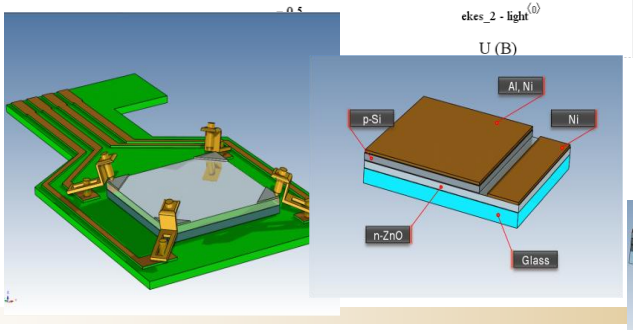
(Совместно с РНЦ “Курчатовский Институт”, НИИ ФП им. Лукина (г. Зеленоград))

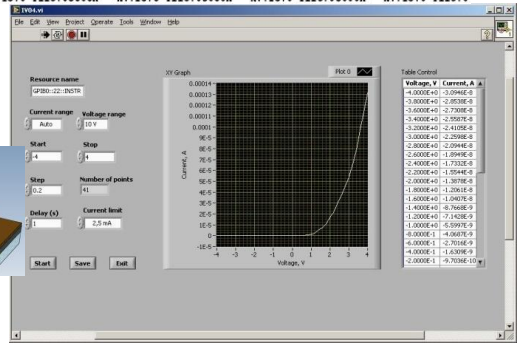






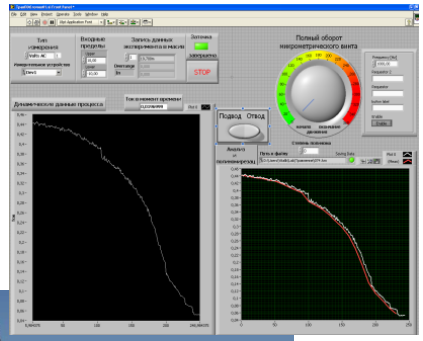


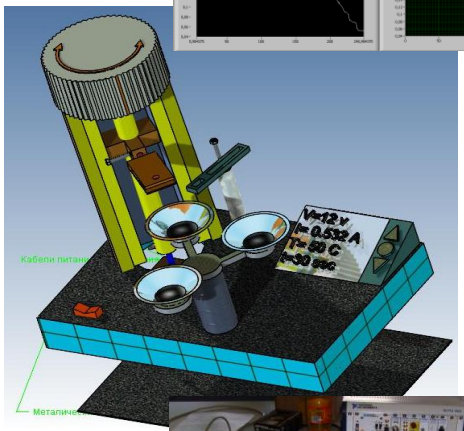


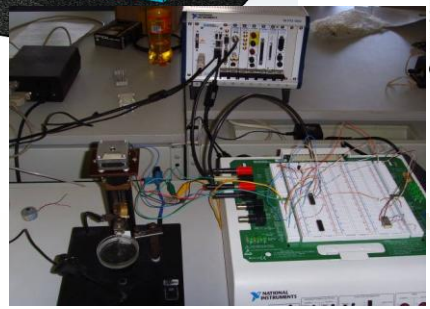


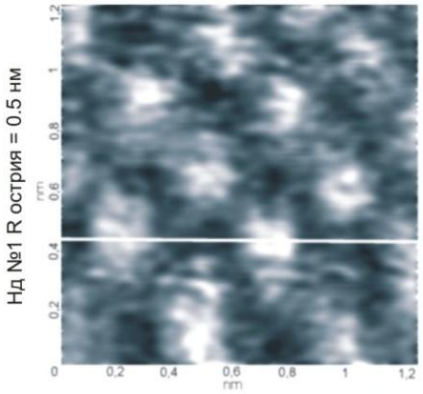
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

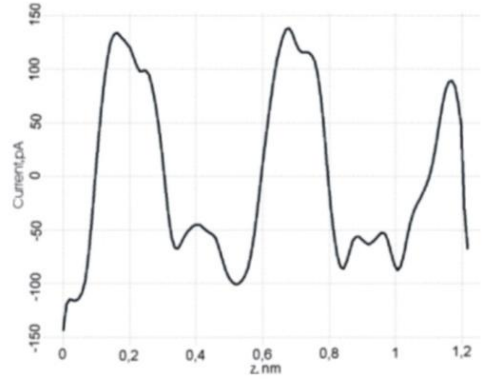
Разработка автоматизированного программно-аппаратного комплекса изготовления зондов для сканирующей зондовой микроскопии и силовой нанолитографии

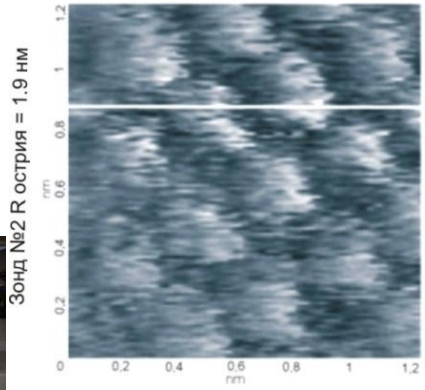


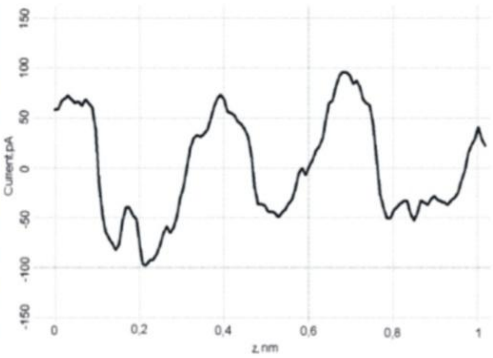












СТМ изображение поверхности пирографита и фотографии с зондом

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Разработка методов формирования зондов для сканирующей зондовой спектроскопии и нанодиагностики

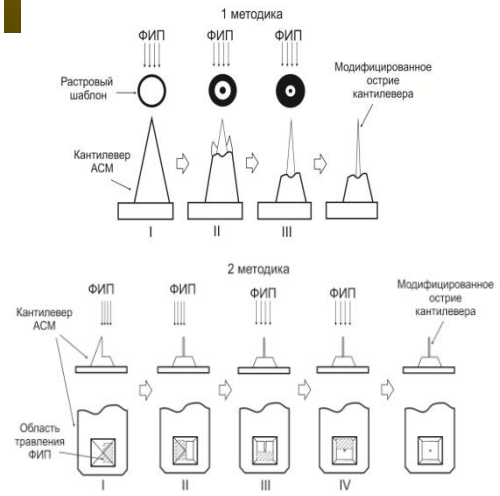
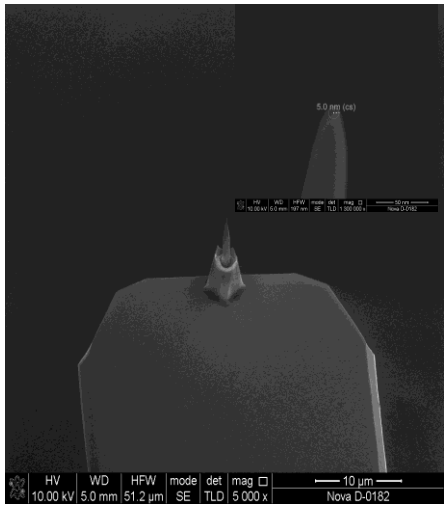
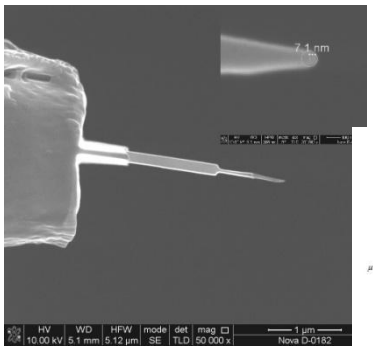
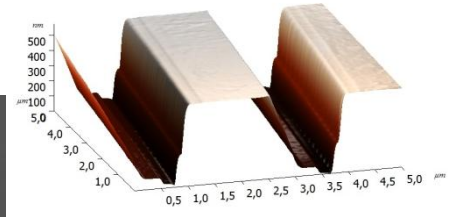
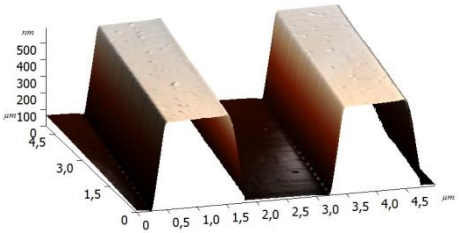


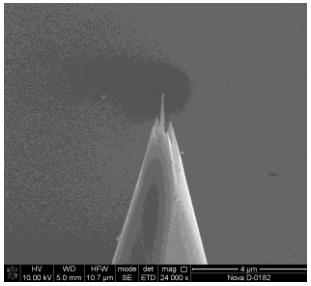
Схема методик модификации острия зондов методом фокусированных ионных пучков

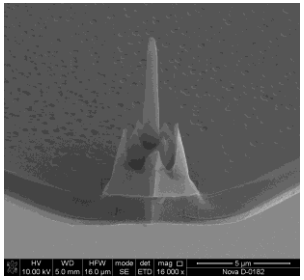


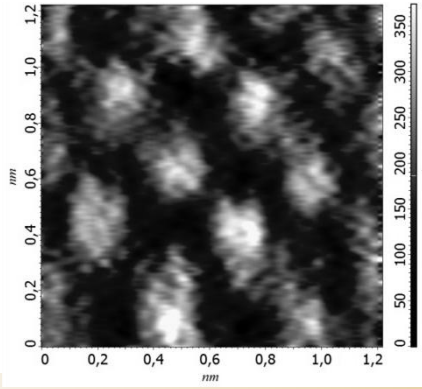


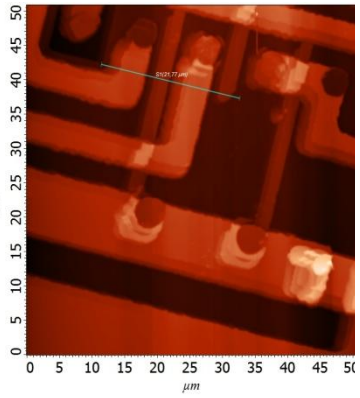


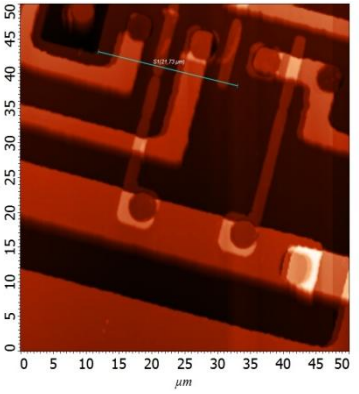








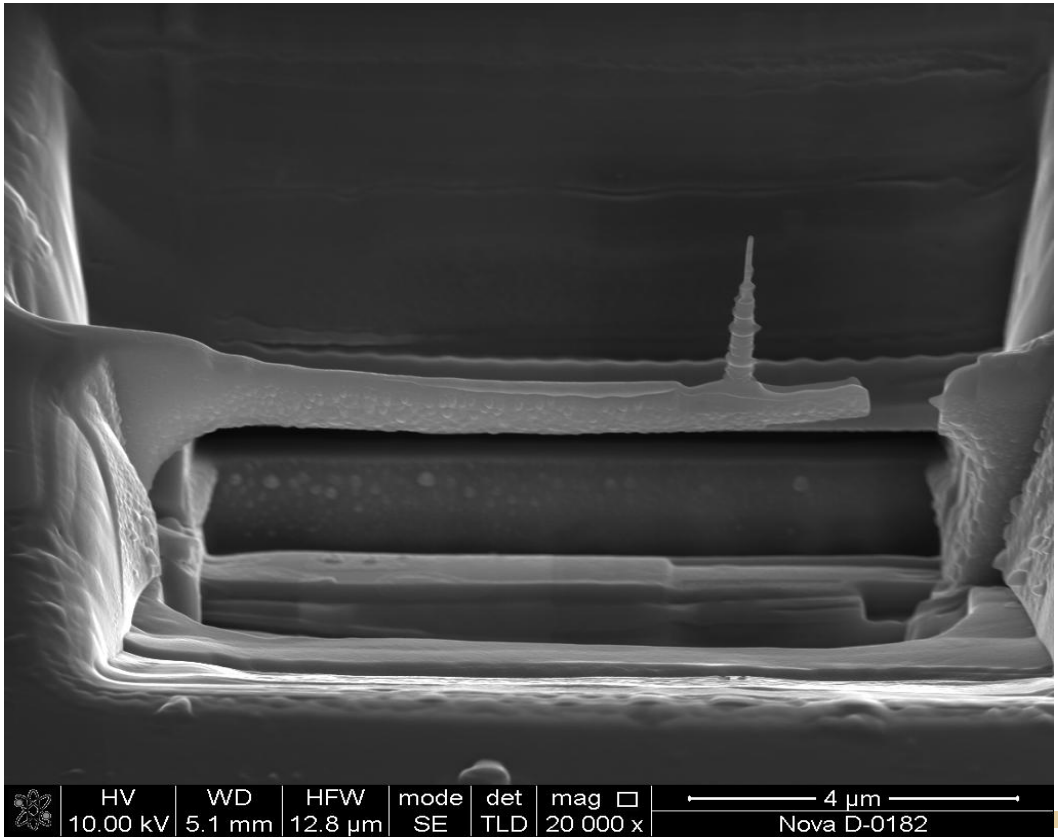


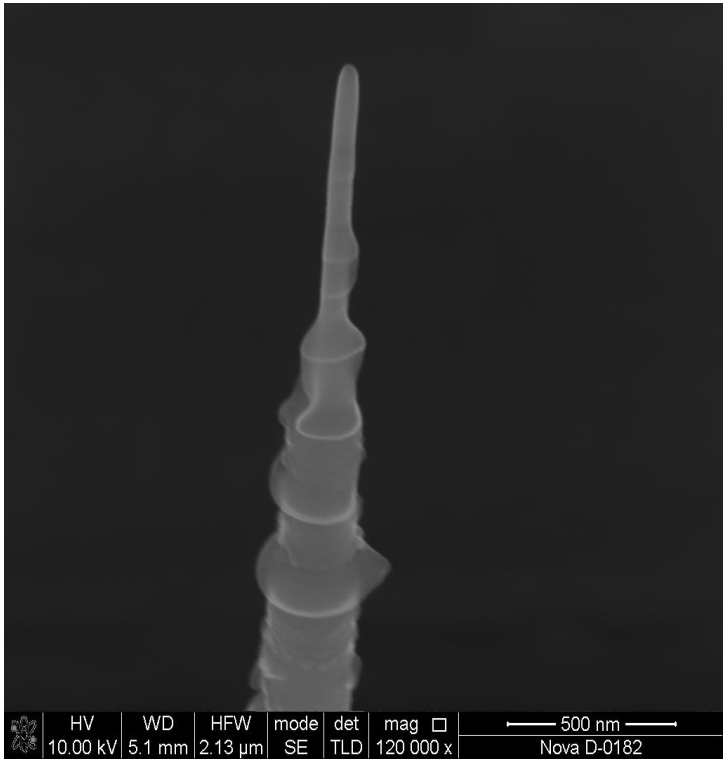


Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Разработка новых технологий изготовления и создание опытных образцов кантилеверов для зондовой нанотехнологии с повышенной разрешающей способностью

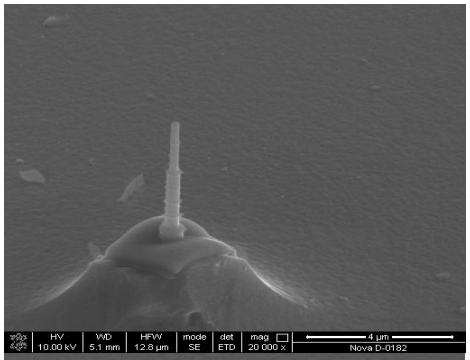
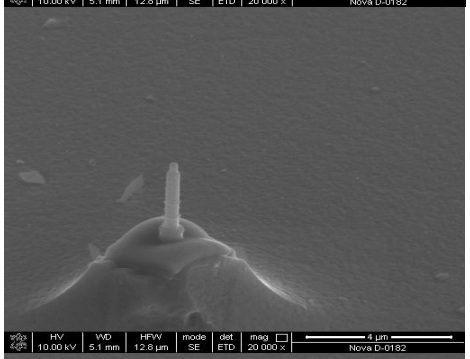
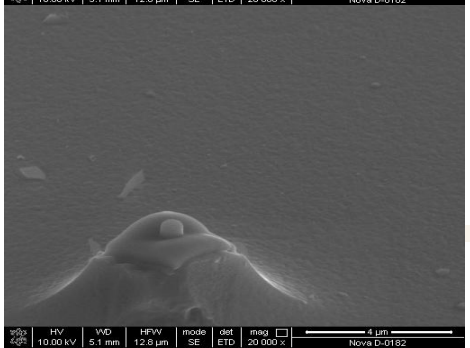
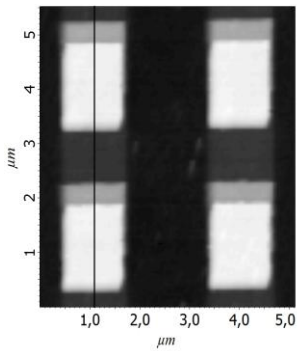
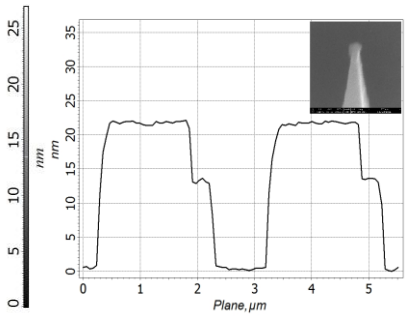
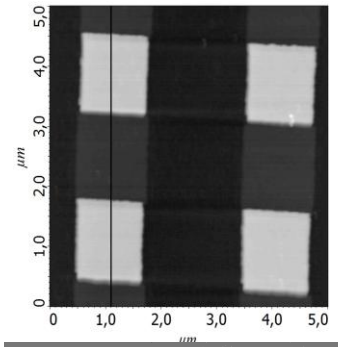
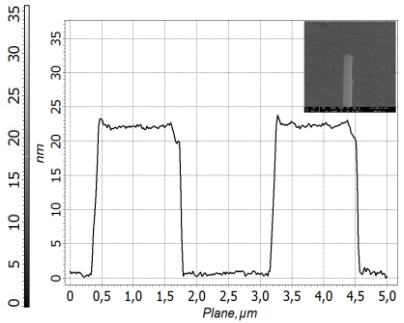
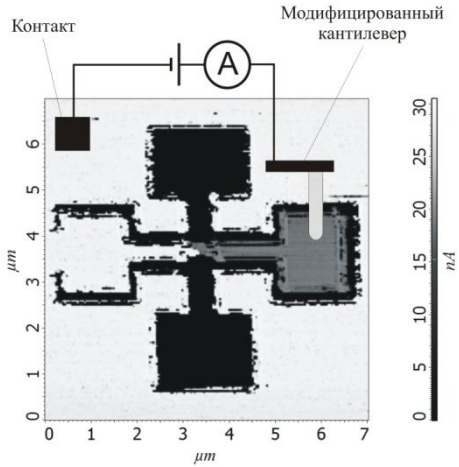
Совместно с РНЦ “Курчатовский Институт”, НИИ ФП им. Лукина (г. Зеленоград))

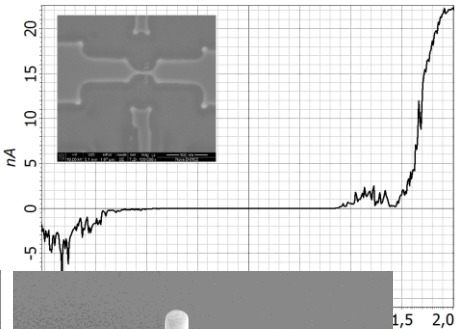
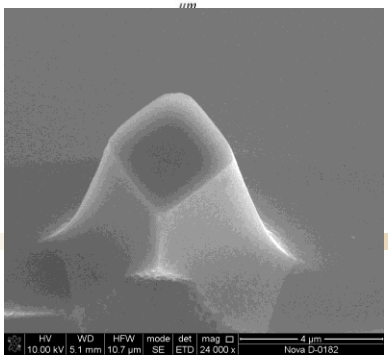
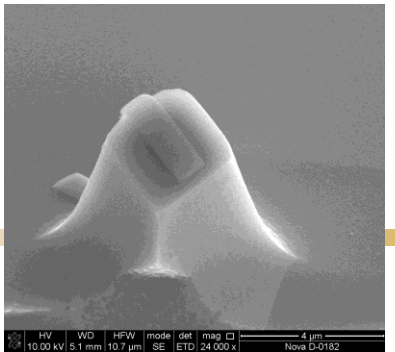
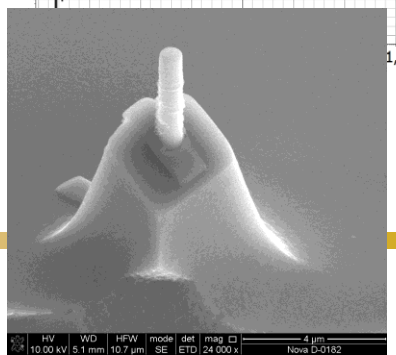




Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

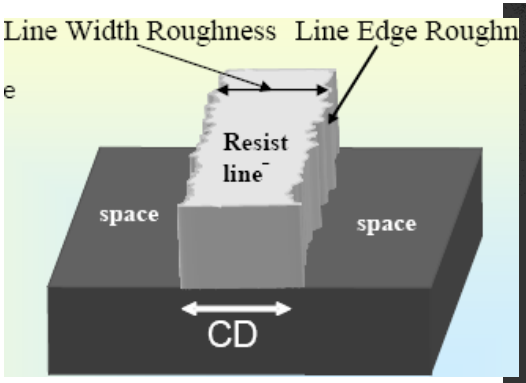
Разработка методов формирования зондов для сканирующей зондовой спектроскопии и нанодиагностики

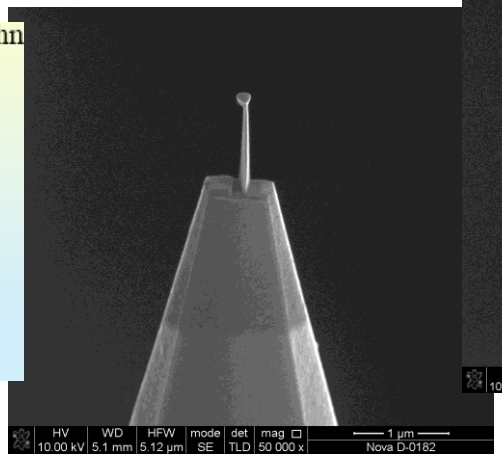









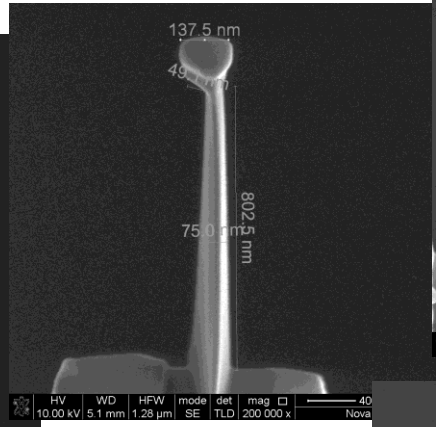





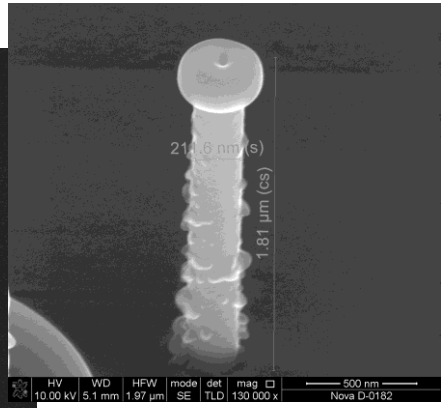
Разработка методов формирования зондов для решения специальных задач нанодиагностики

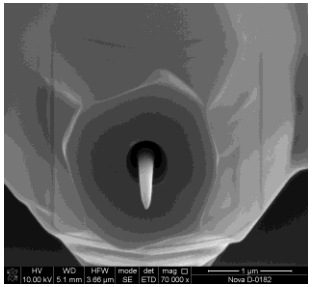
CD -AFM

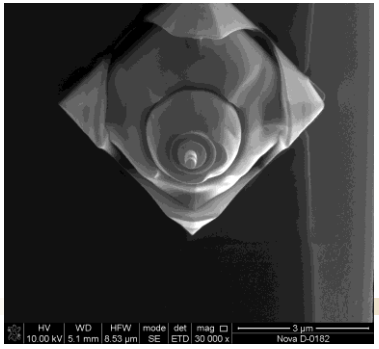


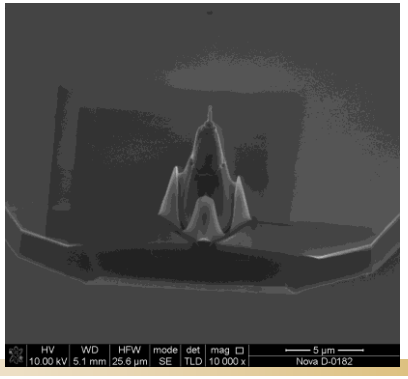


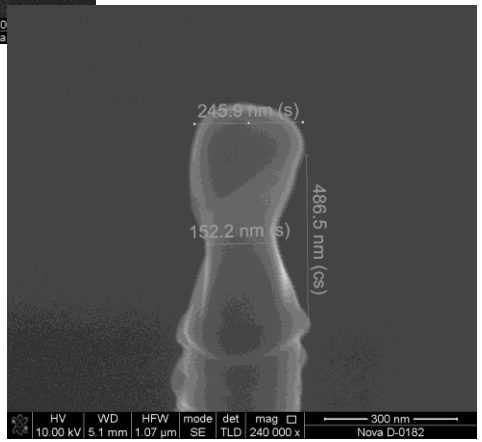








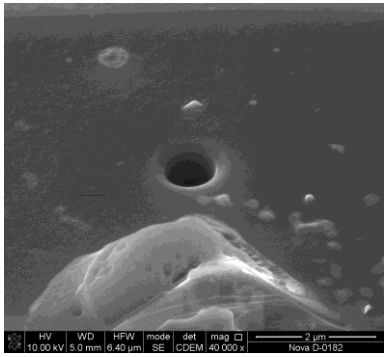


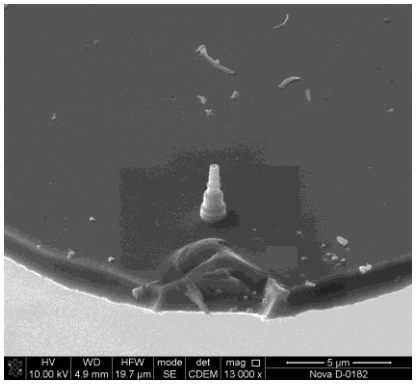


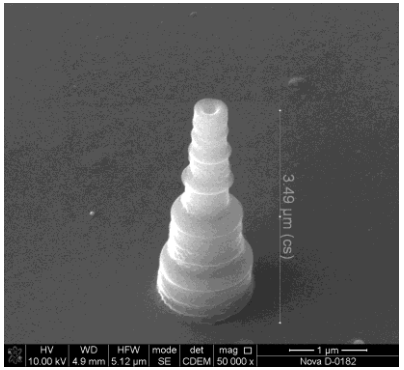
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

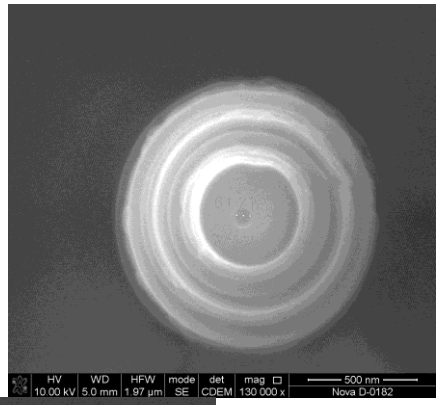
Разработка методов формирования зондов для решения специальных задач нанодиагностики

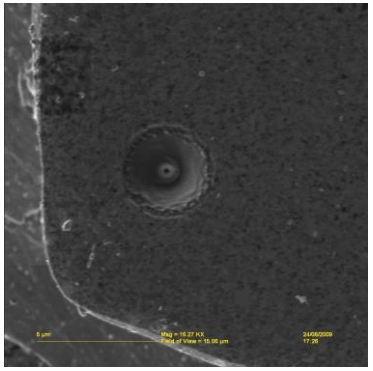
СБОМ

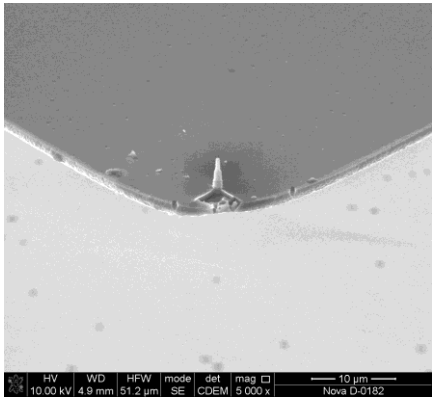


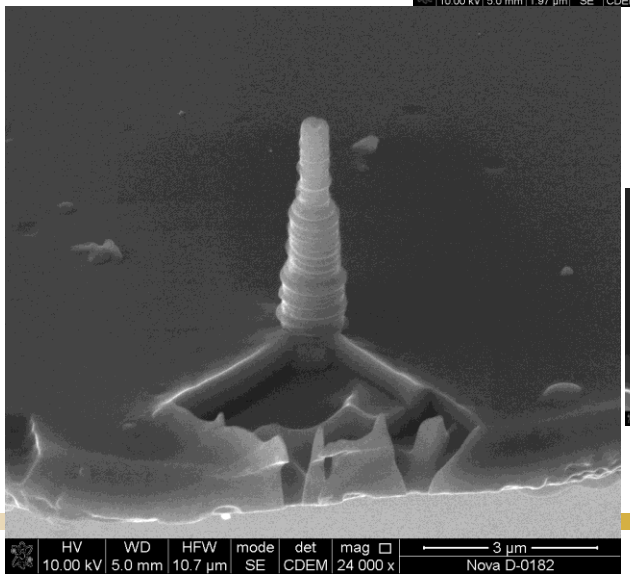


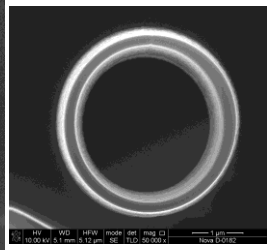








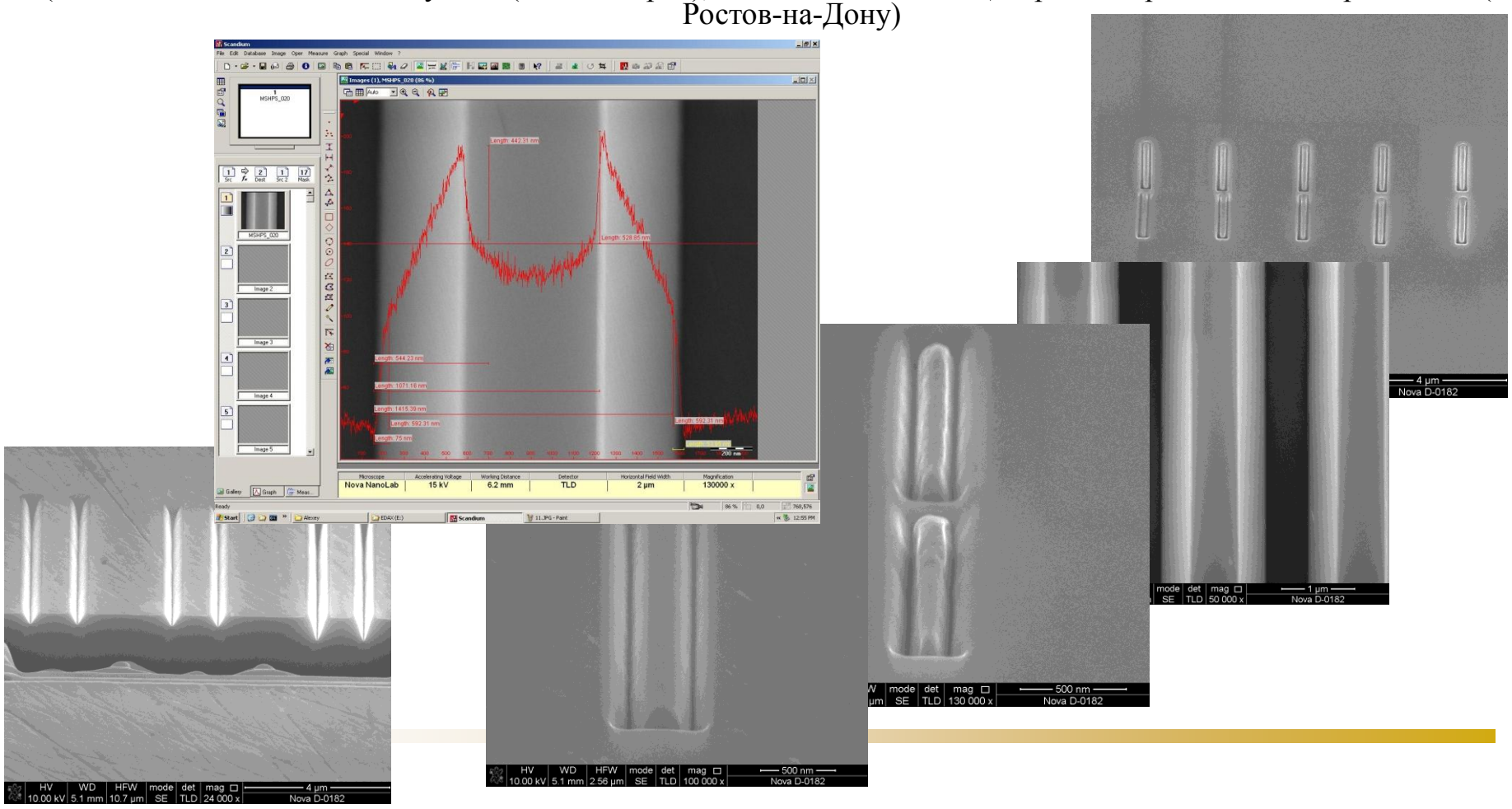




Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Разработка новых технологий изготовления и создание образцов для метрологического обеспечения нанотехнологий (калибровка и межлабораторные сличения)

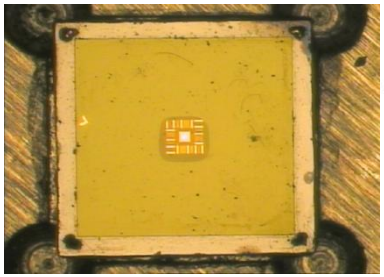
(Совместно с НИИ ФП им. Лукина (г. Зеленоград), ФГУ « Ростовский Центр стандартизации и метрологии » (г. Ростов-на-Дону)

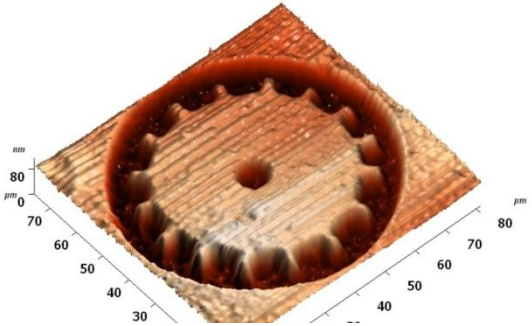


Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

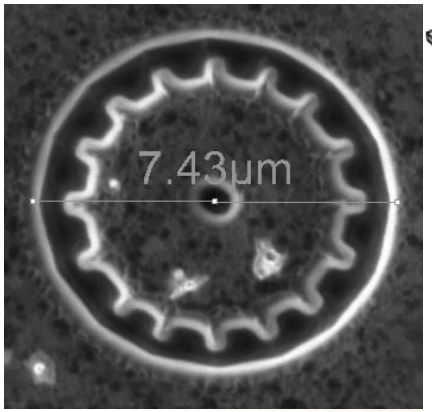
Запуск в серийное производство изделий микро- и наносистемной техники на основе микро- и наномеханических сенсоров угловых скоростей, линейных и угловых ускорений и микромеханических зеркал

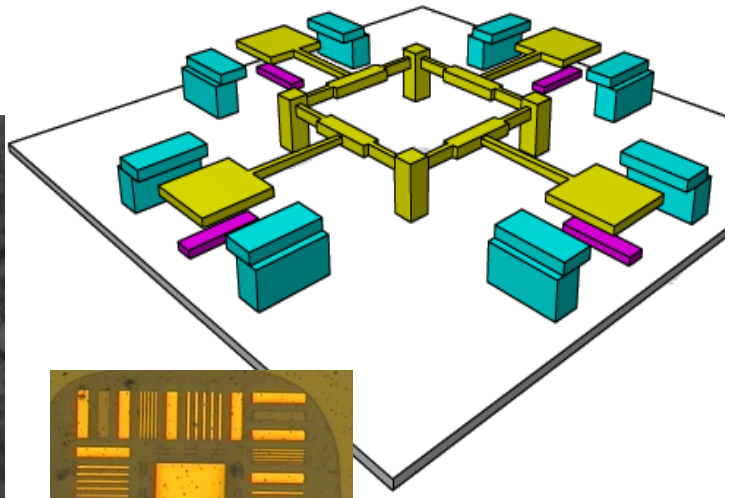
(Совместно с РНЦ “Курчатовский Институт”, НИИ ФП им. Лукина (г. Зеленоград))

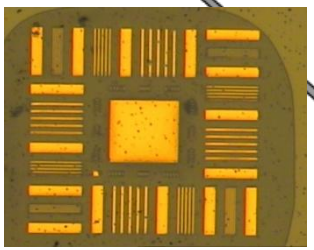


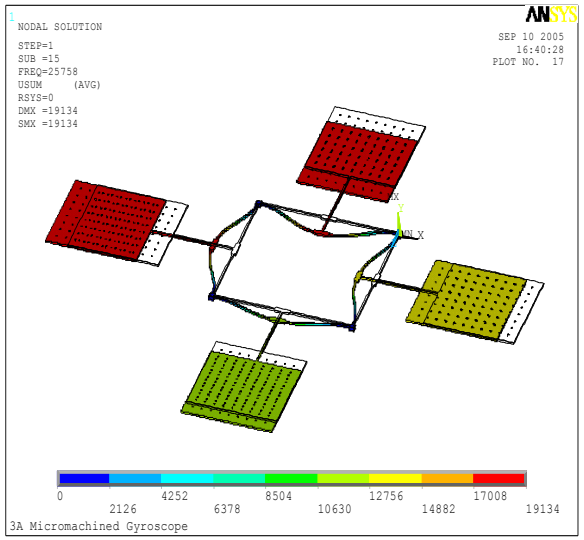


Интегральный микромеханический гироскоп с тремя осями чувствительности





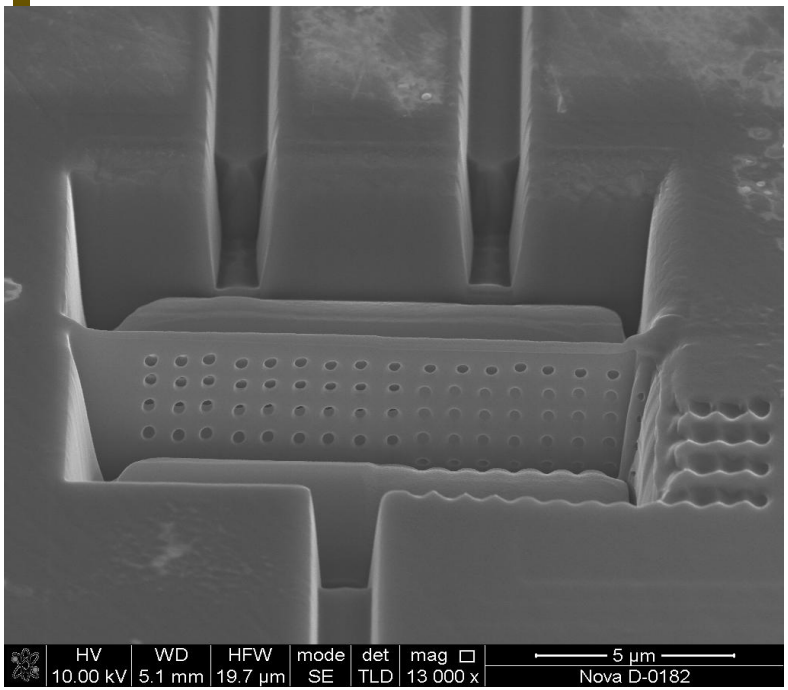


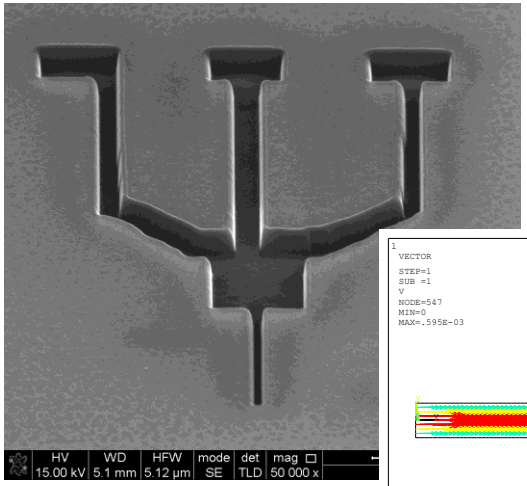


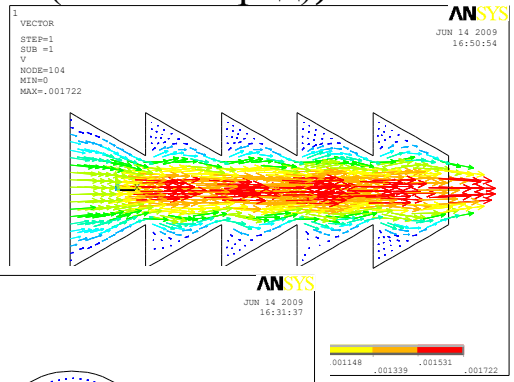
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

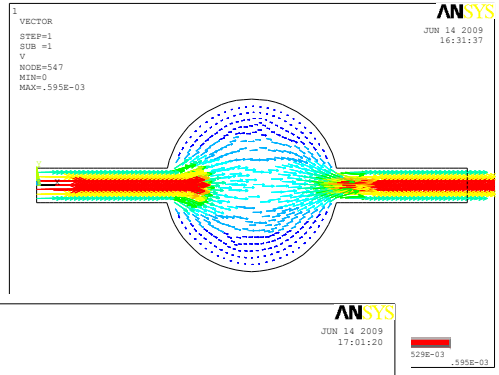
Технология изготовления элементов систем-на-кристалле (микрожидкостные ячейки)

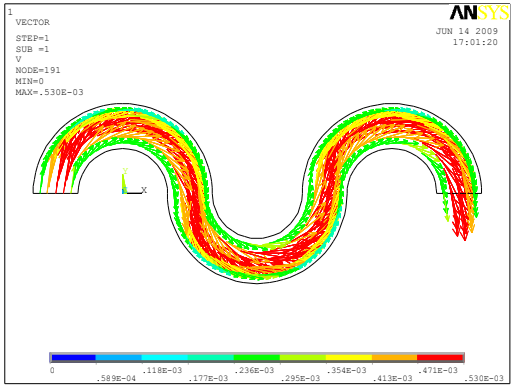
(Совместно с РНЦ “Курчатовский Институт”, НИИ ФП им. Лукина (г. Зеленоград))

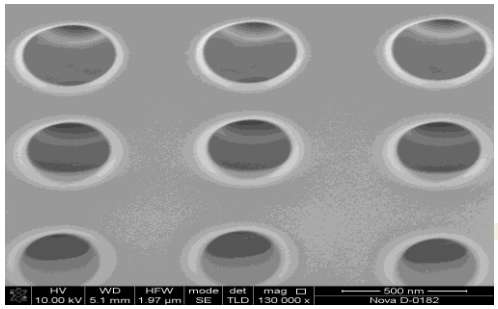








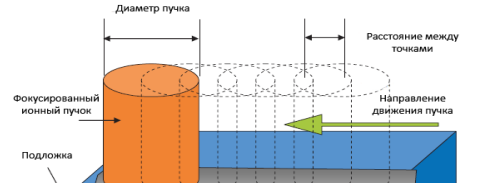


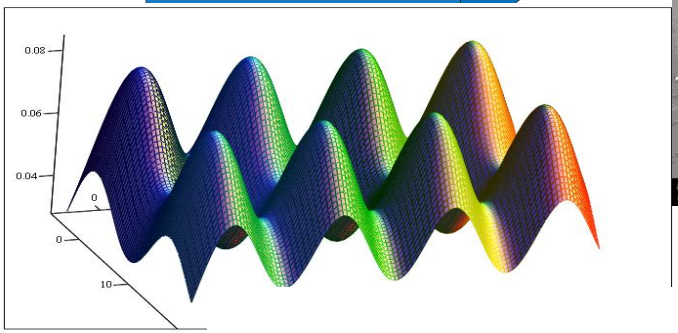


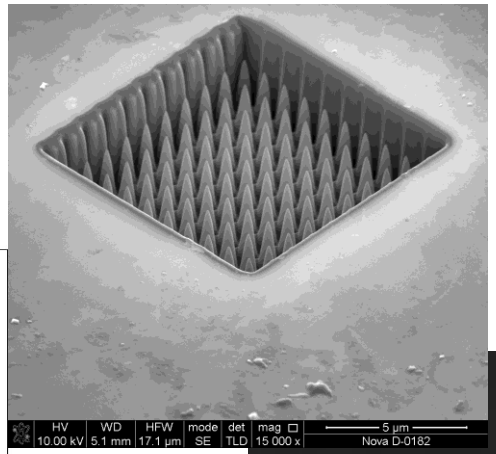
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

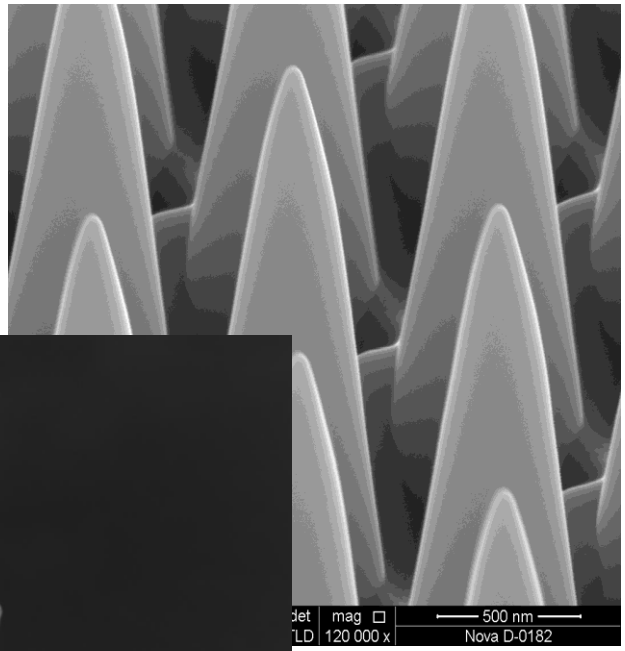
Разработка и трансфер производственных технологий изготовления элементной базы и создание прототипов приборов вакуумной микроэлектроники с автоэлектронными эмиттерами на основе углеродных нанотрубокнанокомпозитов

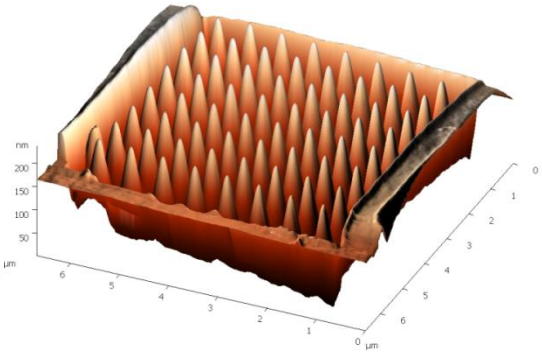
(Совместно с РНЦ “Курчатовский Институт”, НИИ ФП им. Лукина (г. Зеленоград))

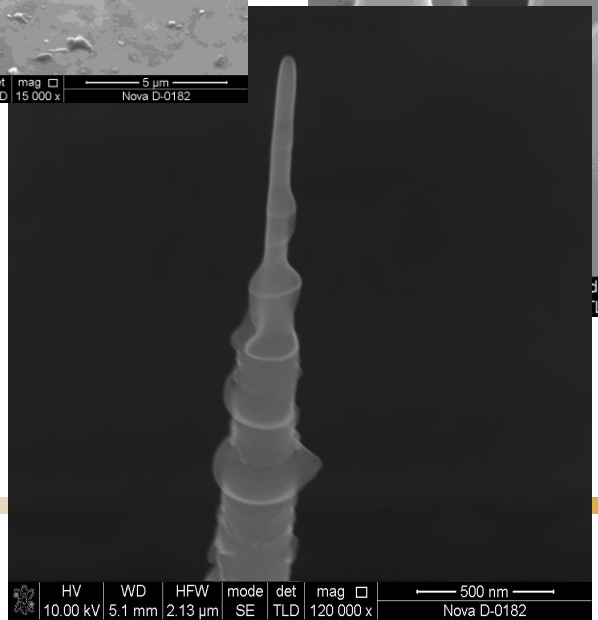






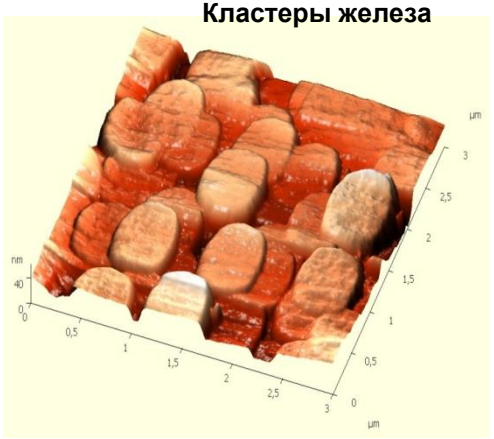




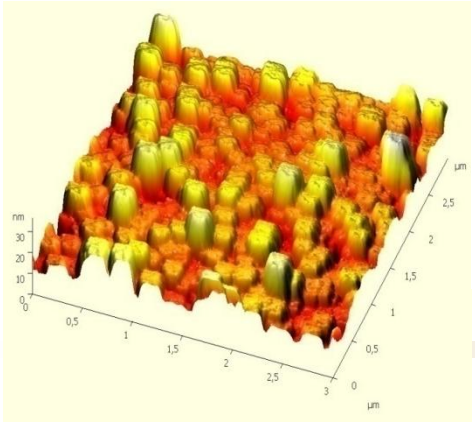


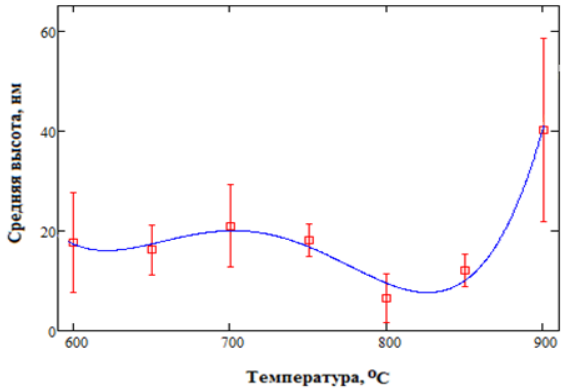
Технология формирования каталитических центров для выращивания УНТ

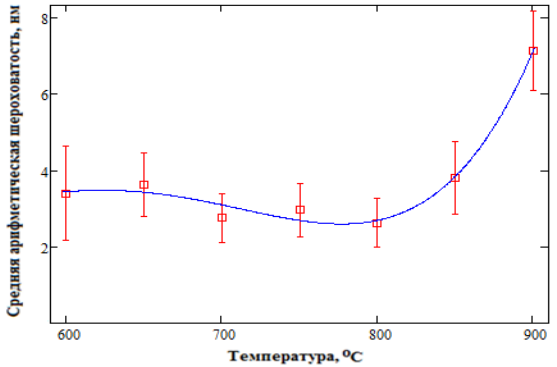
Кластеры железа



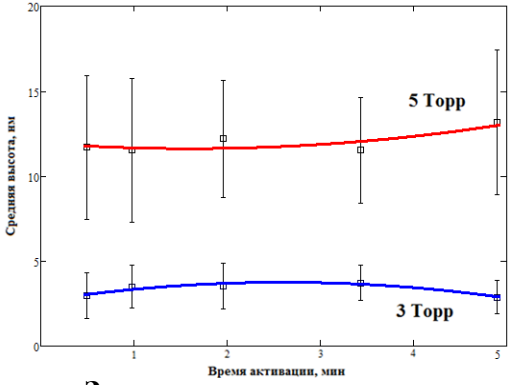
Кластеры кобальта

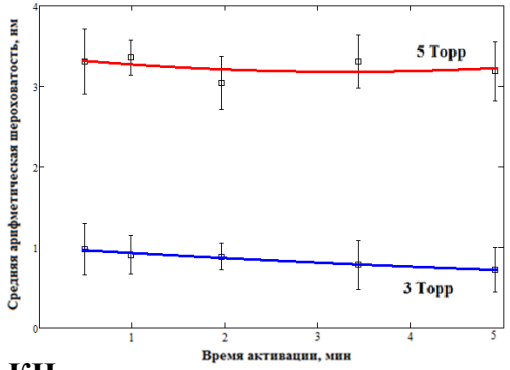






Зависимость высоты и шероховатости КЦ от температуры нагрева подложки

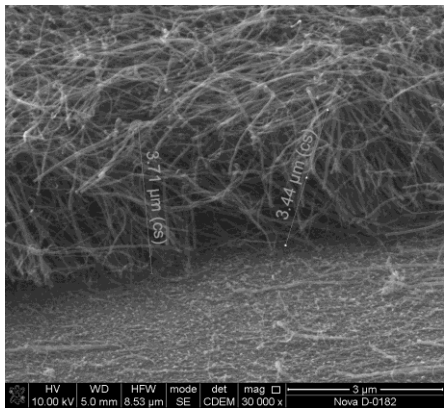


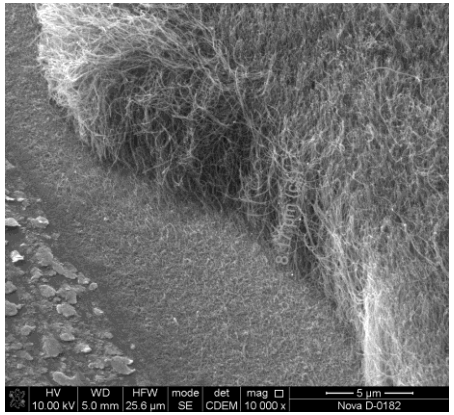


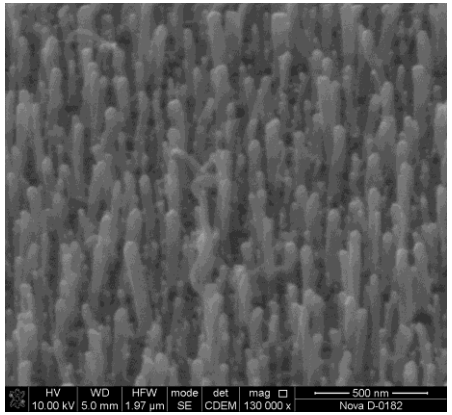
Зависимость высоты и шероховатости КЦ от времени при различных давлениях в реакторе

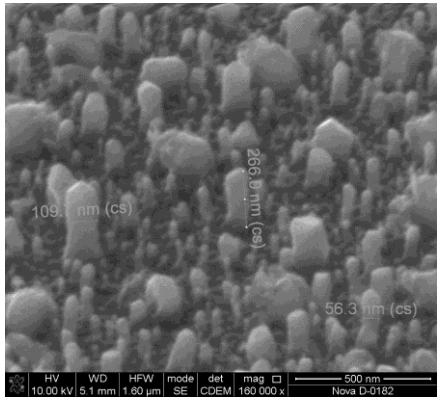
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Исследование кинетики формирования углеродных нанотрубок



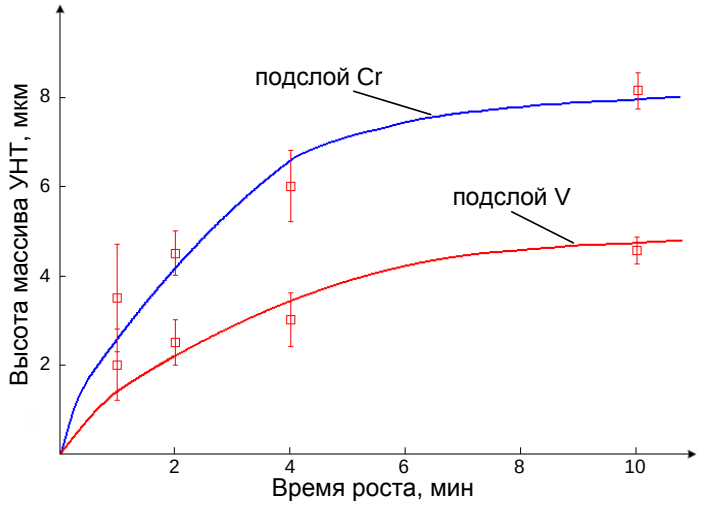






Массив УНТ, выращенный при $P_{плазмы}$ = 2W:
a) время роста 1 мин, b) время роста 10 мин.

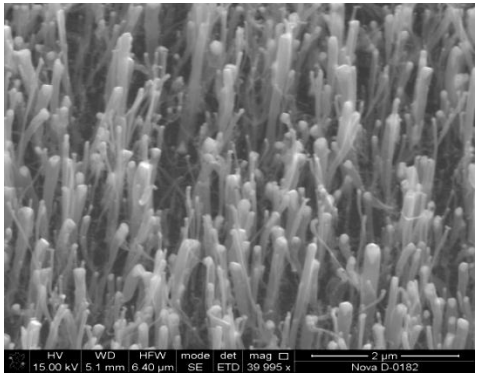
Массив вертикально-ориентированных УНТ выращенный при Рплазмы = 240W: a) подслой Cr, b) подслой

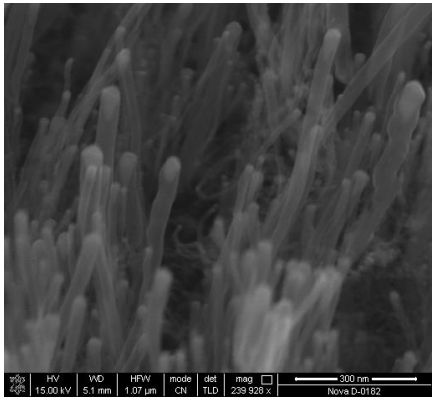


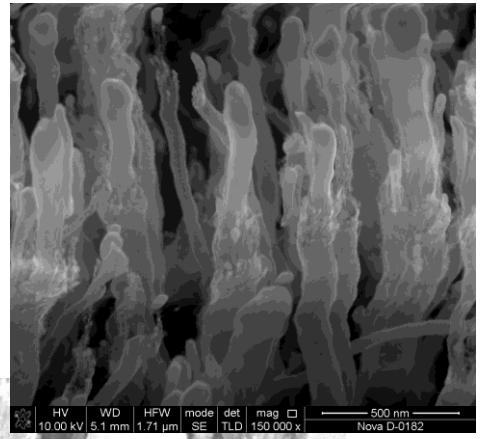
Зависимость высоты массива УНТ от времени роста,

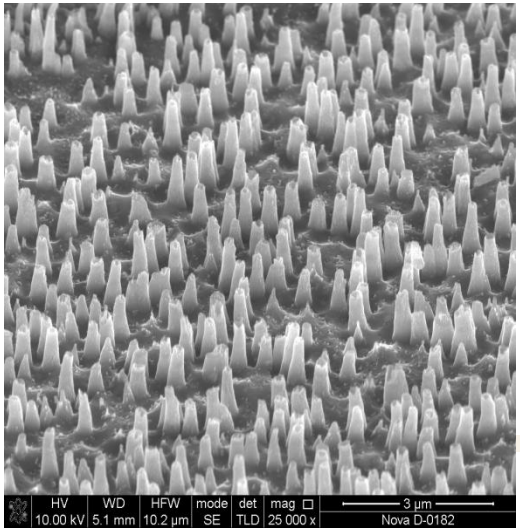
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

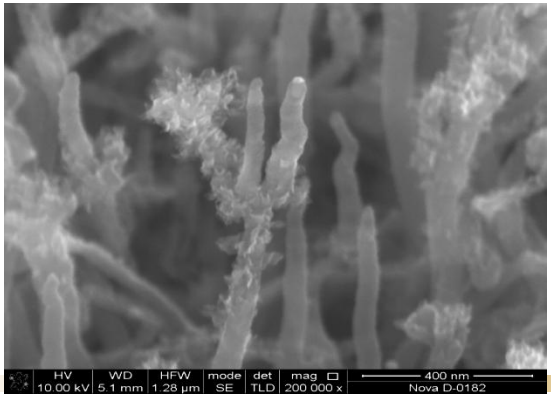
Технология выращивания упорядоченных массивов углеродных нанотрубок и гибридных углеродных наноструктур для чувствительных элементов газовых сенсоров и элементов вакуумной микроэлектроники

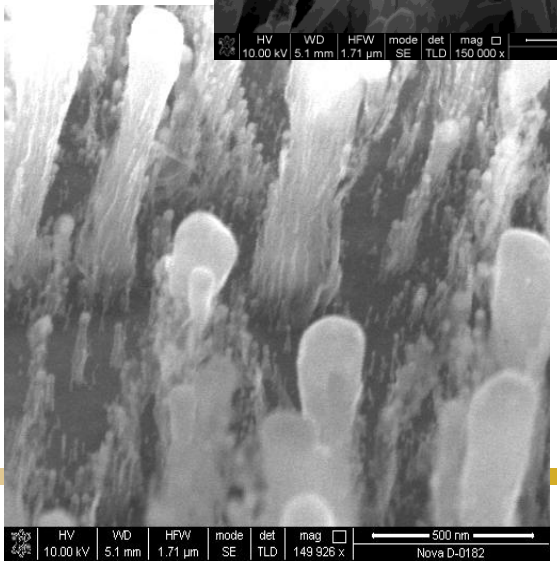








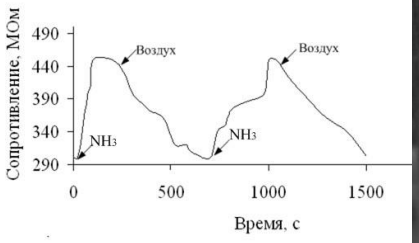


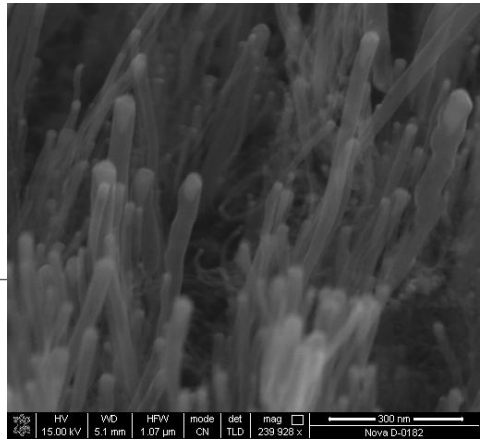


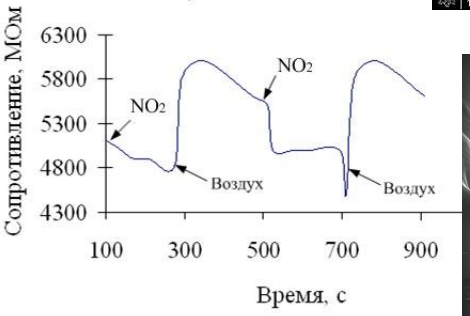
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

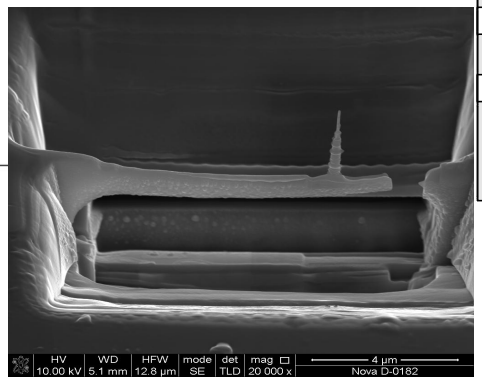
Разработка производственных технологий изготовления и создание опытных образцов МЭМС-газовых анализаторов на основе ориентированных массивов углеродных нанотрубок

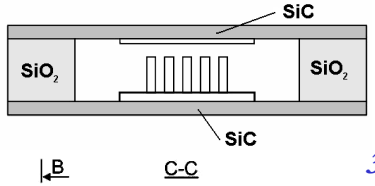
Совместно с РНЦ “Курчатовский Институт”, НИИ ФП им. Лукина (г. Зеленоград))

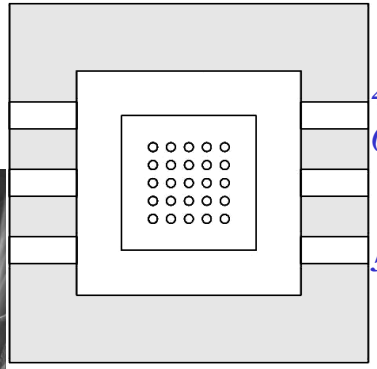




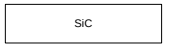




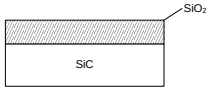




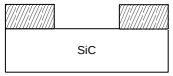
1) Химическая очистка



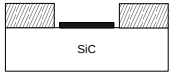
2) Осаждение SiO_2



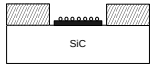
3) Формирование рабочей полости (фотолитография)



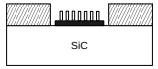
4) Формирование контактов (напыление + фотолитография)



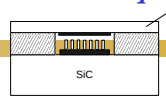
5) Нанесение каталитических центров



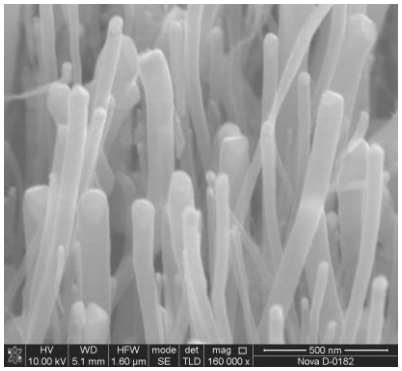
6) Выращивание УНТ

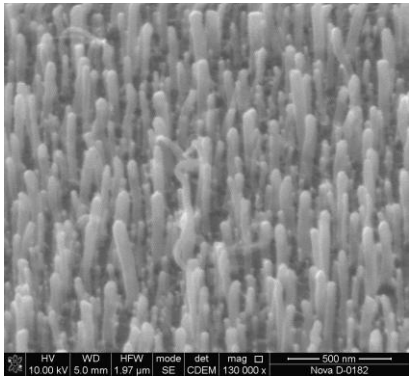


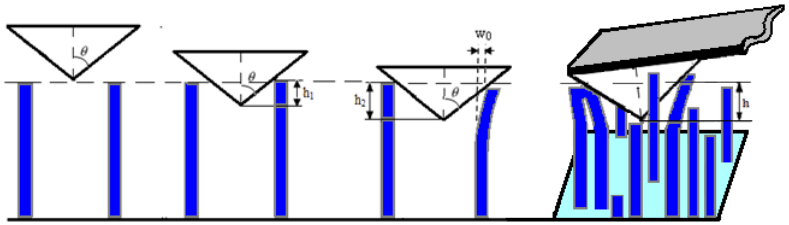
7) Формирование верхнего контакта

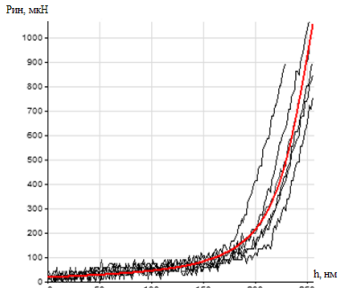


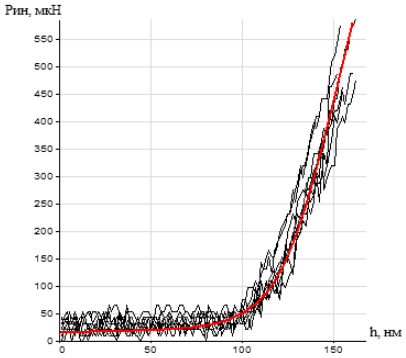
Методика определения модуля Юнга вертикально ориентированных углеродных нанотрубок методом наноиндентирования

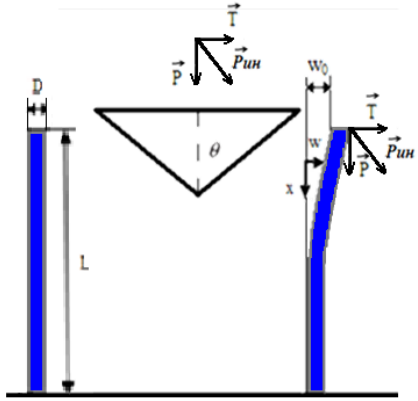










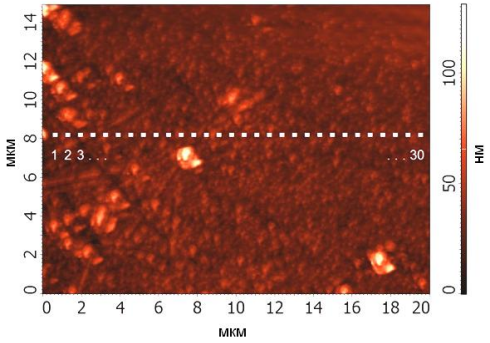


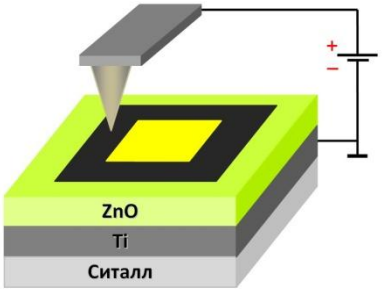
Число УНТ, i	S, мкм^2	h_i, нм	P_i, мкН	$(EI)_i$, Н·нм^2	E_i, ТПа
1	0.029	27	20	0.302	0.983
2	0.059	47	23	0.315	1.027
3	0.086	62	26	0.336	0.937
4	0.118	77	30	0.388	1.081
5	0.149	90	40	0.372	1.036
Среднее значение:				0.34±0.04	1.01±0.05

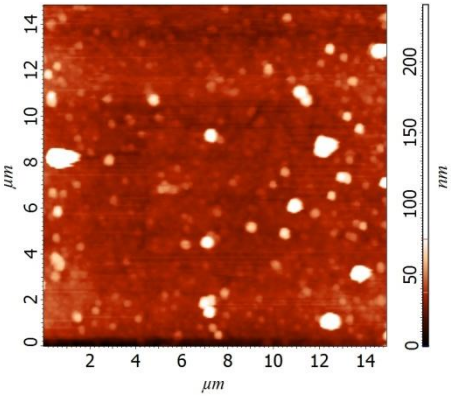
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Исследование мемристорного эффекта на наноструктурированных пленках методами атомно-силовой микроскопии

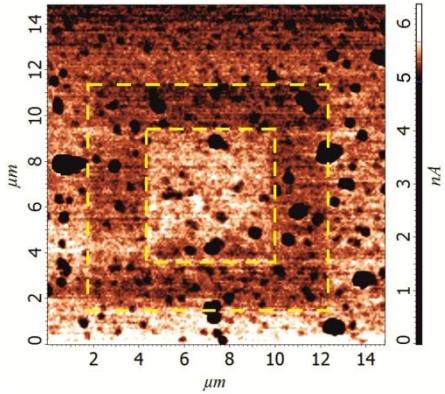
ZnO



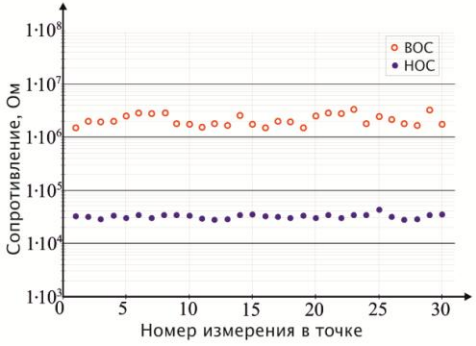


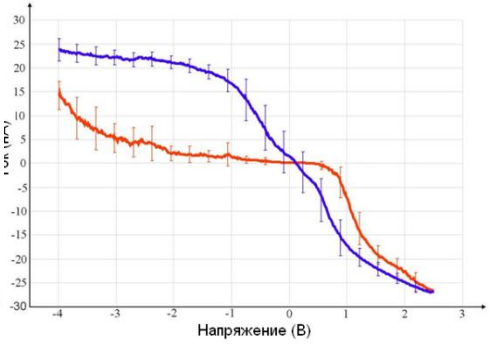


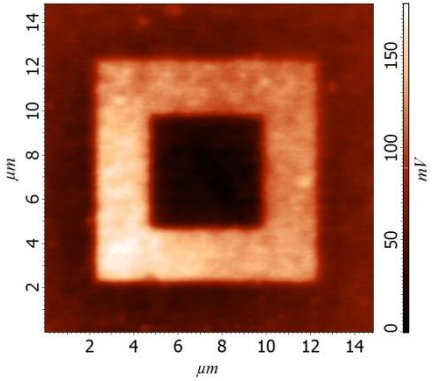
топология



токовый контраст



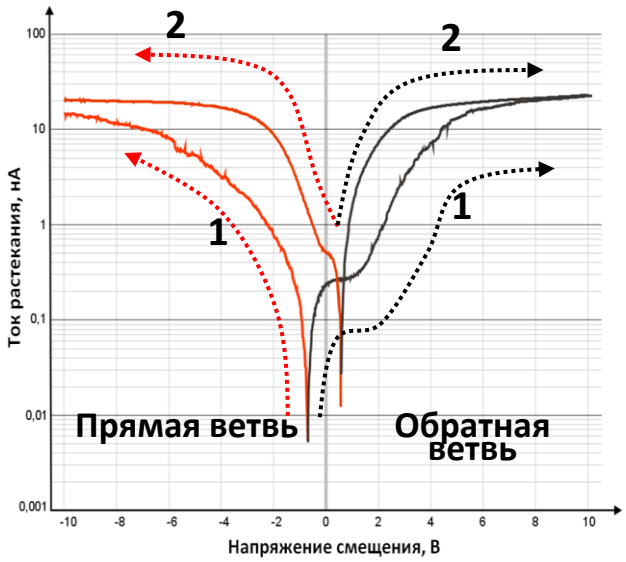




распределения потенциала

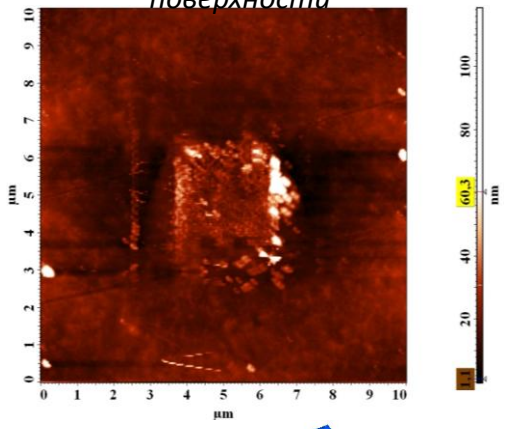
Исследование мемристорного эффекта на наноструктурированных пленках методами атомно-силовой микроскопии

ЛАО SiO2

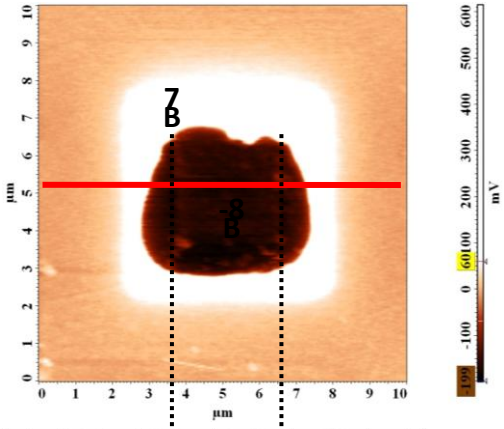


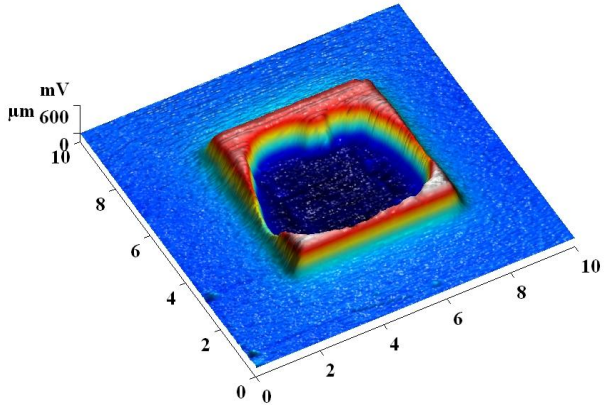
VOx

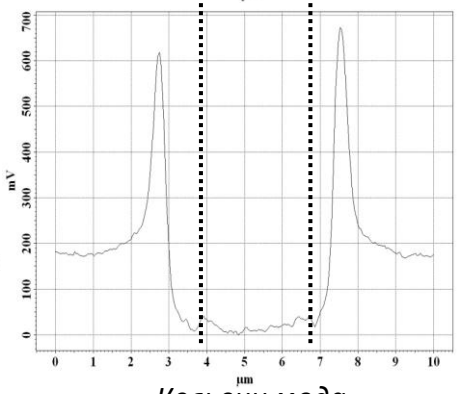
АСМ – изображения поверхности



Кельвин мода







Кельвин мода (Профилограмма)

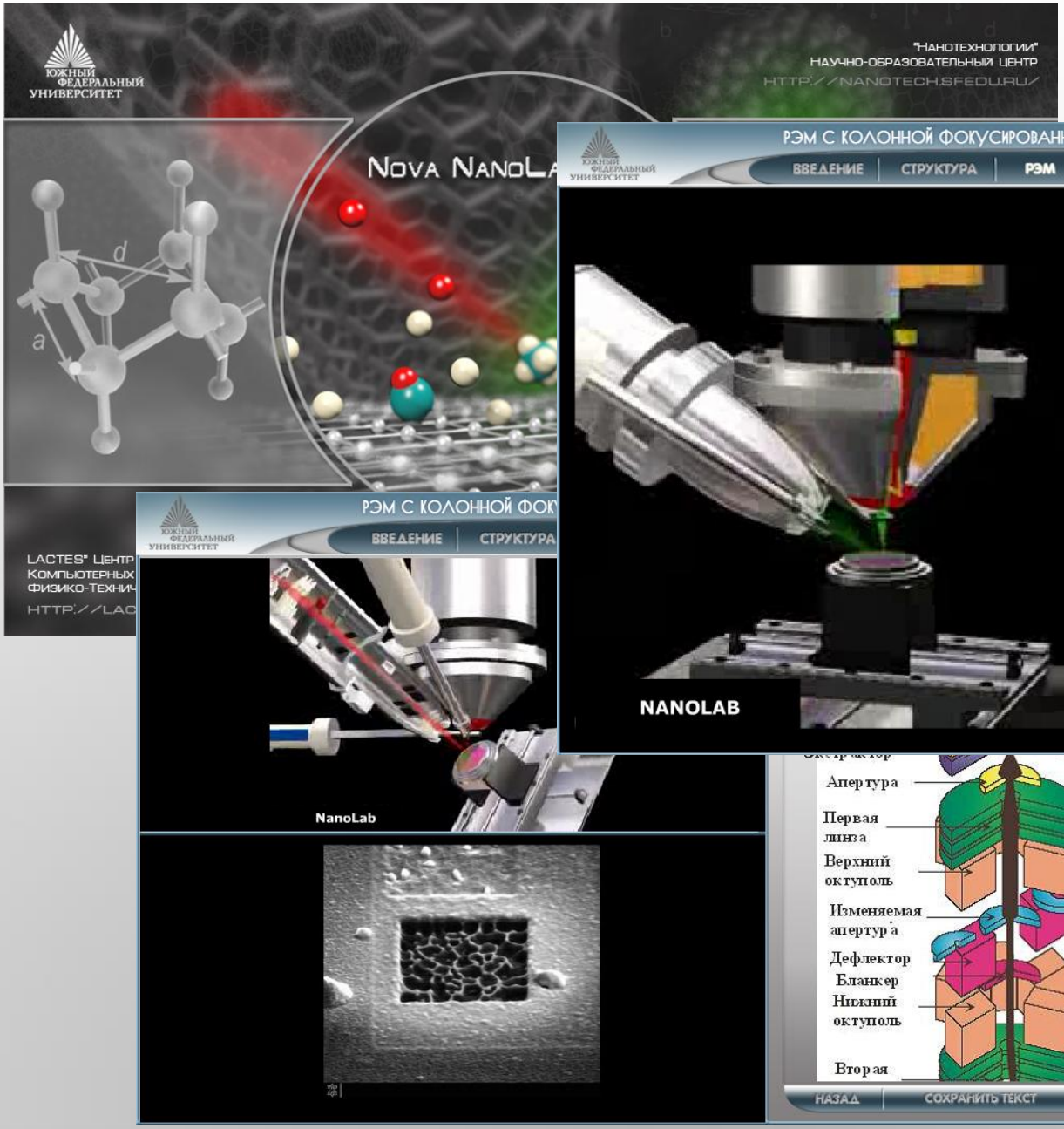
Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Создание интерактивного комплекса удаленного доступа для студентов и аспирантов по исследованию наноматериалов на базе многофункционального оборудования

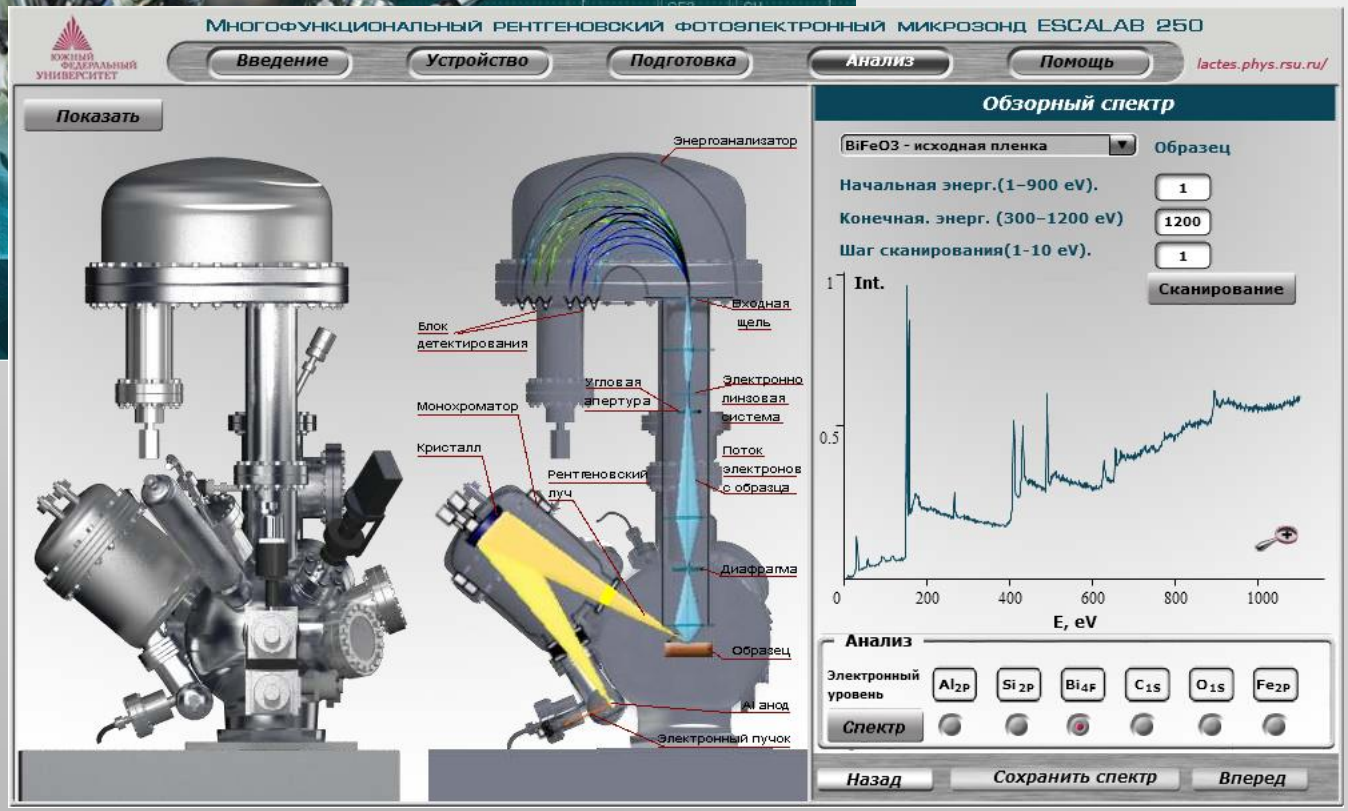
http://nanoscience-edu.sfedu.ru/

Общая схема учебно-научного комплекса
Зарегистрир. пользователи
Студент Бакалавр Магистр
Аспирант Исследователь
Преподаватель
Администратор
Обучение
Исследование
Мультимедиа ресурсы
Учебные пособия
Вирт. экспер.
Новые вирт.экспер.
Симуляции
Тесты
Новые учебн. курсы
База данных эксперим. результ.
Поиск
Внесение данных
Экспорт
Редактирование
Регламент
Заявка
Эксперимент
Данные
Эксперимент удаленного доступа
Оборудование
Методы
ESCALAB
XPS-spectra
XPS-image
NanoLab
РЭМ
ФИП
Создание и редактирование

АПК нанотехнологического комплекса NanoLab 600



АПК многофункциональный микрозонд ESCALAB-250



Электронное учебное пособие:
модуль рентгеновский фотоэлектронный микрозонд

Для атома углерода C1s углеводородного слоя и атома А соединения, предполагая, что уровни Ферми в углеводородном слое, проводящего образца и материала спектрометра совпадают, можно написать два следующих уравнения:

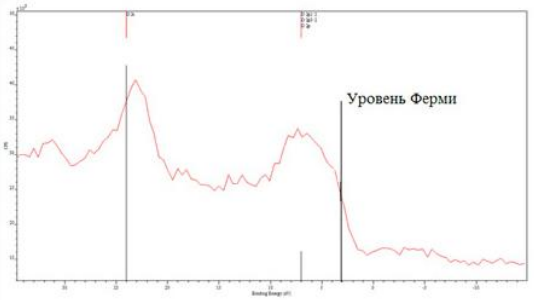
$$E_{СВ}^{C} = h\nu - E_{кин}^{C} - \varphi_{сп}$$

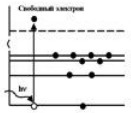
$$E_{СВ}^{A} = h\nu - E_{кин}^{A} - \varphi_{сп}$$

Отсюда получаем выражение для энергии связи уровня в атоме А-относительно реперного (эталонного) значения C1s-уровня:

$$E_{СВ}^{A} = E_{СВ}^{C} + (E_{кин}^{C} - E_{кин}^{A}) \qquad (3)$$

Этот способ используется обычно при определении энергии связи на поверхности. Обычно его называют способом внешнего стандарта. Если возникают сомнения в правильности определенной таким способом энергии связи, то в некоторых случаях (тонкие оксидные пленки, близкий к границе раздела оксид-металл, проводящий образец) энергия связи могут определяться относительно уровня Ферми, который считается , например, в случае металлов расположенным посередине крутого спада интенсивности в рентгеноэлектронном спектре валентной полосы, как это показано на рис. 3





Что видеть мы могли? — Поверхность тел,
Кладущую познанию предел.
Но подарил Рентген нам Х-лучи
И будто бы зажег маяк в ночи.
Теперь не нужно целое дробить,
Живое, ради знания, губить.
И повод есть у нас для торжества:
Смогли мы заглянуть вглубь вещества!

Рентгеноэлектронные методы исследования поверхности твердых тел

1. Основные процессы, связанные с вакансией в электронной оболочке
2. Основы количественного анализа методами рентгено- и оже-электронной спектроскопии
3. Рентгеноэлектронная и оже-электронная спектроскопия — методы исследования поверхности
4. Чувствительность методов рентгено- и оже-электронной спектроскопии и элементному анализу
5. Проектное задание (вирт. лап. раб.)
6. Тесты рубежного контроля

Вернуться к списку модулей

Аннотация

Метод рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии основан на явлении фотоэффекта, основные принципы которого были объяснены еще А.Эйнштейном. В качестве источника излучения используются различные виды рентгеновских трубок. Таким образом, инициирующим излучением в этом методе являются рентгеновские лучи, которые будучи направленными на образец взаимодействуют с атомами образца.

В результате этого взаимодействия с поверхности в общем случае вылетают четыре вида частиц (электроны, фотоны, ионы и нейтральные атомы и молекулы). В методе рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии регистрируются фотоэлектроны и оже-электроны. Электронный спектр регистрируется в виде зависимости интенсивности электронного потока I от кинетической энергии регистрируемых электронов Екин ,те в виде I(Екин).

Пересчет кинетических энергий регистрируемых электронов в энергии связи электронов в атоме в принципе производится с помощью уравнения Эйнштейна. Современная рентгеноэлектронная спектроскопия является мощным методом исследования электронного строения вещества. Этим методом исследуется как строение валентных полос, так и остовные уровни атомов.

Цели данного модуля:

- изучение физико-технических аспектов генерации рентгеновского излучения — источники рентгеновского излучения;
- изучение способов выделения монохроматического излучения и разложения в спектр с использованием монокристаллов;
- рассмотрение физических процессов, лежащих в основе регистрации рентгеновского излучения.

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное государственное учреждение
«РОСТОВСКИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ»

СВИДЕТЕЛЬСТВО № Р 031
ОБ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ В ЛАБОРАТОРИИ

Выдано 23 декабря 2009 г.
Действительно до 23 декабря 2012 г.

Настоящим удостоверяется наличие в Лаборатории зондовых нанотехнологий
(наименование лаборатории)
НОЦ «Нанотехнологии» ФГОУ ВПО «Южный федеральный университет»
(наименование предприятия)
344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42
(адрес предприятия)

условий, необходимых для выполнения измерений в закрепленной за лабораторией области деятельности.

Приложение: перечень объектов и контролируемых в них показателей, являющийся неотъемлемой частью настоящего свидетельства.

Акт проверки лаборатории от 22 декабря 2009 г.

Генеральный директор
ФГУ «Ростовский ЦСМ» А.В. КРАСАВИН
подпись
М.П.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
Федеральное государственное учреждение
«РОСТОВСКИЙ ЦЕНТР
СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ»

СВИДЕТЕЛЬСТВО
об аттестации методики выполнения измерений
№ 14/2009

Методика выполнения измерений *средней высоты, максимальной высоты, среднего*
наименование измеряемой величины, объекта
диаметра основания, площади основания, объема, аспектного соотношения сторон
и метода измерений
оксидных наноразмерных структур методом атомно-силовой микроскопии
разработанная *ФГОУ ВПО «Южный федеральный университет»*
наименование организации (предприятия), разработавшей МВИ
и регламентированная в документе МВИ 14-2009 «Методика выполнения измерений геометрических параметров массивов оксидных наноразмерных структур методом атомно-силовой микроскопии»
аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96.
Аттестация осуществлена по *результатам метрологической экспертизы материалов, представленных разработчиком методики выполнения измерений*
вид работ: метрологическая экспертиза материалов по разработке МВИ, теоретическое или экспериментальное исследование МВИ, другие виды работ

В результате аттестации установлено, что методика соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает следующими основными метрологическими характеристиками:

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратичное отклонение повторяемости), σ_r, %	Показатель воспроизводимости (относительное среднеквадратичное отклонение воспроизводимости), σ_R, %	Показатель правильности (границы относительной систематической погрешности при вероятности P=0,95), $\pm\delta_c$, %	Показатель точности (границы относительной погрешности при вероятности P=0,95), $\pm\delta$, %
средняя высота, нм	1..100	3	4	24	25
максимальная высота, нм	1..100	5	8	23	27
средний диаметр основания, нм	1..100	8	10	19	27
площадь основания, нм^2	10..10000	10	17	31	45
объем, нм^3	10..1000000	16	18	31	47
аспектное соотношение сторон	1..100	4	6	11	15

Заместитель генерального директора по метрологии
ФГУ «Ростовский ЦСМ» В.А. Романов

Дата выдачи свидетельства «16» декабря 2009г

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное государственное учреждение
"РОСТОВСКИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ"
(ФГУ "Ростовский ЦСМ")

СЕРТИФИКАТ
О КАЛИБРОВКЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ № [illegible]

Действительно до 04 сентября 2010 года

Средство измерений растровый электронно-ионный микроскоп с системой электронной литографии Nova NanoLab 600
(наименование, тип)
№ D0182
заводской номер
принадлежащее НОЦ «Нанотехнологии» ЮФУ, ИНН 6163027810
(наименование юридического (физического) лица), ИНН
по результатам калибровки признано пригодным для использования
при проведении измерений линейных размеров в диапазоне от 10^{-3} до 10^{-6}м

Протокол калибровки № 004К от 04.09.2009

Оттиск калибровочного клейма

Начальник отдела С.В. Голосной
подпись инициалы, фамилия
Специалист, проводивший калибровку А.В. Белов
подпись инициалы, фамилия

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное государственное учреждение
"РОСТОВСКИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ"
(ФГУ "РОСТОВСКИЙ ЦСМ")

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ПОВЕРКЕ
№ 044004

Действительно до "02" сентября 2010 г.

Средство измерений Микроскоп сканирующий зондовый Ntegra (сведений о предыдущей поверке нет)
Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)
заводской номер 8256
принадлежащее НОЦ «Нанотехнологии» ЮФУ,
наименование юридического (физического) лица, ИНН
ИНН 6163027810

поверено и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо

Нач. сектора МО нанотехнологий С.В. Голосной
должность руководителя подразделения подпись инициалы, фамилия
Поверитель А.В. Белов
подпись инициалы, фамилия

"02" сентября 2009г.

Примечание. Оборотная сторона свидетельства о поверке заполняется в соответствии с нормативными документами по поверке средств измерений.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное государственное учреждение
"РОСТОВСКИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ"
(ФГУ "РОСТОВСКИЙ ЦСМ")

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ПОВЕРКЕ
№ 044005

Действительно до "03" сентября 2010 г.

Средство измерений Микроскоп сканирующий зондовый Solver P47 Pro (сведений о предыдущей поверке нет)
Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)
заводской номер A0007370
принадлежащее НОЦ «Нанотехнологии» ЮФУ,
наименование юридического (физического) лица, ИНН
ИНН 6163027810

поверено и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо

Нач. сектора МО нанотехнологий С.В. Голосной
должность руководителя подразделения подпись инициалы, фамилия
Поверитель А.В. Белов
подпись инициалы, фамилия

"03" сентября 2009г.

Примечание. Оборотная сторона свидетельства о поверке заполняется в соответствии с нормативными документами по поверке средств измерений.

Научно-Образовательный Центр
«Нанотехнологии»
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2400462

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТА ПОЛИМЕР/УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ НА ПОДЛОЖКЕ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009113378

Приоритет изобретения 09 апреля 2009 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *27 сентября 2010 г.*

Срок действия патента истекает

Руководитель Федеральной собственности, патентам

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 88187

СТРУКТУРА МАСКИ РЕНТГЕНОВСКОЙ ЛИТОГРАФИИ ДЛЯ LIGA-ТЕХНОЛОГИИ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ" (ЮФУ) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009122861

Приоритет полезной модели 15 июня 2009 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации *27 октября 2009 г.*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 102813

ДАТЧИК МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2010121017

Приоритет полезной модели 24 мая 2010 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации *10 марта 2011 г.*

Срок действия патента истекает 24 мая 2020 г.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2417891

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА С ОРИЕНТИРОВАННЫМ МАССИВОМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009131991

Приоритет изобретения 24 августа 2009 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации *10 мая 2011 г.*

Срок действия патента истекает 24 августа 2029 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 87568

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ НЕОХЛАЖДАЕМОГО ФОТОПРИЕМНИКА ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ" (ЮФУ) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009118717

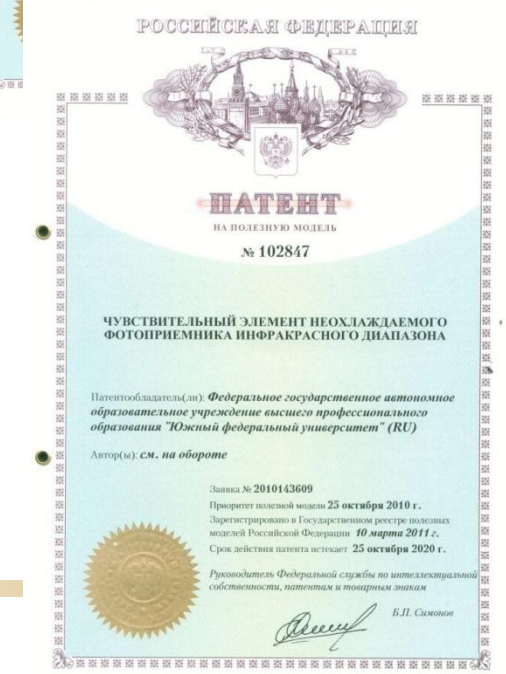
Приоритет полезной модели 18 мая 2009 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации *10 октября 2009 г.*

Срок действия патента истекает 18 мая 2019 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов


РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 102847

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ НЕОХЛАЖДАЕМОГО ФОТОПРИЕМНИКА ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2010143609

Приоритет полезной модели 25 октября 2010 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации *10 марта 2011 г.*

Срок действия патента истекает 25 октября 2020 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

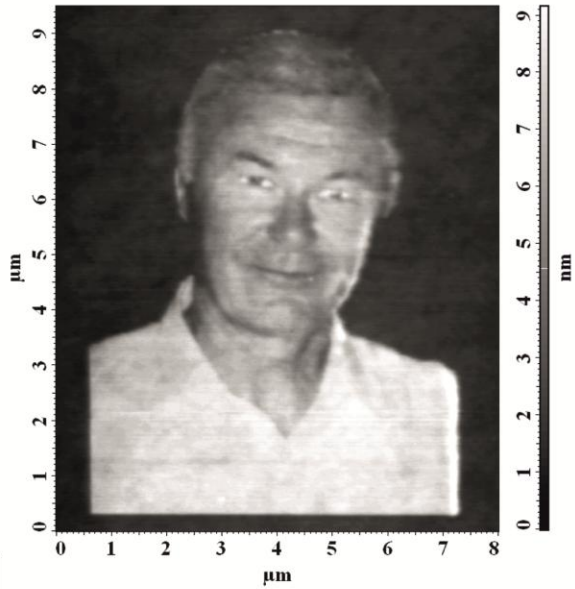
Б.П. Симонов

Уважаемый Борис Георгиевич! Поздравляем Вас с 60-летием!

Сегодня торжественный день - Юбилей!
Пусть будет вокруг много добрых друзей!
Пусть много звучит теплых, искренних слов,
И радуют яркие краски цветов,
Исполняться смогут мечты и желания.
Удачи, успехов, надежд, процветания!

Коллектив кафедры технологии микро- и наноэлектронной аппаратуры ТТИ ЮФУ

Зондовая нанолитография

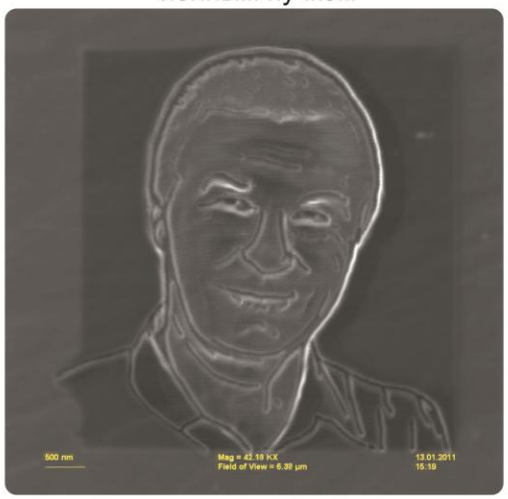


Формирование наноразмерных структур проводилось на многофункциональном сверхвысоковакуумном нанотехнологическом комплексе НАНОФАБ НТК-9.

Зондовая нанолитография выполнялась на поверхности пленки титана толщиной 10 нм методом локального анодного окисления при подаче импульсов напряжения амплитудой 10 В.

Травление подложки методом фокусированных ионных пучков проводилось ионами Ga при ускоряющем напряжении 30 кэВ и токе ионного пучка 0,3 нА.

Выращивание углеродных нанотрубок осуществлялось методом плазмо-химического осаждения из газовой фазы (PECVD) на поверхности с наноразмерыми каталитическими центрами никеля. Диаметр полученных углеродных нанотрубок составил 30 нм.

Углеродные нанотрубки

Травление фокусированным ионным пучком