



11.03.04 - ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Базовая кафедра нанотехнологий в электронике
ФГБОУ ВО "ЯрГУ им. П.Г. Демидова"
в ЯФ ФТИАН им. К.А.Валиева РАН



ЯФ ФТИАН
им. К.А.Валиева РАН

www.yf-ftian.ru



Кафедра микроэлектроники
и общей физики
ЯрГУ им. П.Г.Демидова



ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ
НАУЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ
«Диагностика микро- и наноструктур»



Микроэлектроника

Область электроники, охватывающая проблемы создания электронных устройств в микроминиатюрном интегральном исполнении.

Физический энциклопедический словарь, 1983 г.

В декабре 1947 года был собран первый работоспособный точечный транзистор

Изобретатели транзистора.

Уильям ШОКЛИ
Джон БАРДИН
Уолтер БРАТТЕЙН

открыли транзисторный эффект и создали кристаллический триод с точечным контактом - первый полупроводниковый транзистор (Нобелевская премия, 1956). Но пресса не обратила практически никакого внимания на этот маленький цилиндрок с торчащими проводками. Начальству открытие транзисторного эффекта было продемонстрировано на полгода раньше, 23 декабря 1947 года.



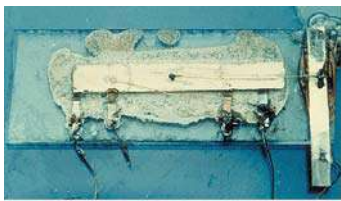
Первый транзистор сконструированный в Bell Labs состоял из двух золотых контактов, плотно прижатых к пластине германия клиновидными держателями



Первые транзисторы, изготовленные в СССР

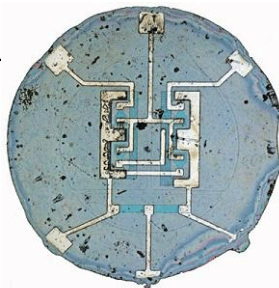


Микроэлектроника



Первая интегральная схема, созданная 12 сентября 1958 года Джеком Килби

Спустя 11 лет в 1958 г. появилась первая интегральная схема (ИС). Именно это событие считается датой рождения микроэлектроники



Одна из первых микросхем, разработанная Робертом Нойсом



Первые ИС были созданы Робертом Нойсом (фирма Fairchild) и Джеком Килби (фирма Texas Instruments)

В 2000 году Джеку Килби за изобретение интегральной микросхемы присуждена Нобелевская премия по физике



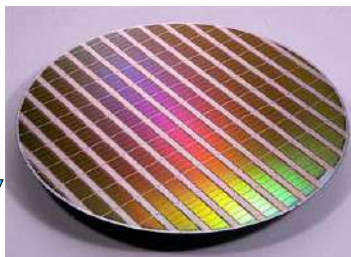
Микроэлектроника

В 1961 г. фирмой Fairchild выпущена первая промышленная партия полупроводниковых ИС. Эта микросхема содержала 4 транзистора и 2 резистора.

В течение последующих 50 лет микроэлектроника переживает бурное развитие во всем мире.



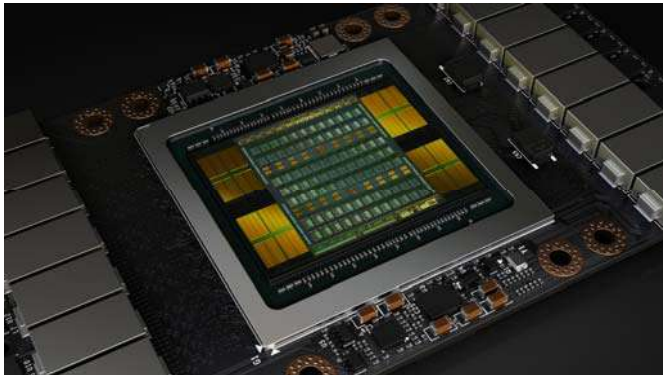
Первая интегральная схема, созданная 12 сентября 1958 года Джеком Килби



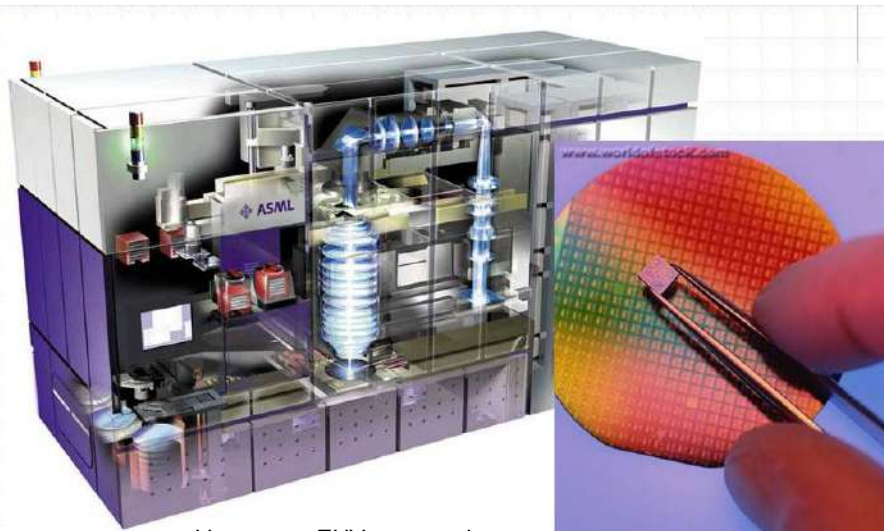
К настоящему времени число транзисторов на чипе превысило 1 000 000 000!
Минимальный размер элементов интегральных схем 7 нм

От микро к нанотехнологии

В мае 2017 года на ежегодном мероприятии NVIDIA GTC 2017, посвященном передовым графическим решениям представлен процессор **GPU NVIDIA GV100 архитектуры Volta**, изготовленный по 12-нм технологии : 21,1 млрд транзисторов на площади 815 мм², 5376 ядер CUDA и 672 специализированных ядра Tensor



НАНОТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ



Установка EUV литографии



НАНОТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ



Мировые лидеры микроэлектроники используют в производстве интегральных схем кремниевые пластины диаметром 450 мм



Figure 1.7 Dry etch tools in a fab environment (Courtesy: Intel Corporation).



«Самая большая микросхема»





БАЗОВАЯ КАФЕДРА НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ
КАФЕДРА МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ В ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ
ЦКП «ДИАГНОСТИКА МИКРО- И НАНОСТРУКТУР»

11.03.04 - ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

ул. Университетская 21, Ярославль, 150007

ул. Советская 14, Ярославль, 150000



Направление подготовки

11.03.04 - «Электроника и наноэлектроника»
(до 2010 г. «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы»)

Двухуровневая система подготовки:

Бакалавриат – 4 года.

Магистратура – 2 года.

По окончании магистратуры - аспирантура при ЯрГУ и Ярославском филиале ФТИАН.

Содержание профессиональной подготовки по направлению «Электроника и наноэлектроника» - изучение физических основ технологий микро- и наноэлектроники.

Подготовка по направлению «Электроника и наноэлектроника» осуществляется:

•Подразделениями ЯрГУ :

•Кафедра микроэлектроники и общей физики. Заведующий кафедрой – проректор по учебной работе ЯрГУ им.П.Г. Демидова профессор [Кузнецова И.А.](#)

•Базовая кафедра нанотехнологий в электронике. Заведующий кафедрой - директор ЯФ ФТИАН им. К.А.Валиева РАН, профессор [Рудый А.С.](#)

•Интегрированными подразделениями ЯрГУ-ФТИАН:

•Научно-образовательный центр «Центр нанотехнологий и инноваций».

•Центр коллективного пользования научным оборудованием «Диагностика микро- и наноструктур» (ЦКП ДМНС).



Направление 11.03.04 - «Электроника и нанoeлектроника» (до 2010 г. «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы»)



Интегрированные научно-образовательные структуры, обеспечивающие реализацию ООП направления подготовки «Электроника и нанoeлектроника»



Развитие научно-исследовательской и образовательной деятельности в сфере нанотехнологий

1987 г. – создание кафедры микроэлектроники

1988 г. – начало работ по исследованию пористого кремния и структур на его основе

1998 г. – начало работ в области самоорганизации наноструктур на кремнии (совместно с Wostec Inc.)

2006 г. – создание Центра коллективного пользования «Диагностика микро- и наноструктур» (совместно с ФТИАН)

2007 г. – создание научно-образовательного центра «Центр нанотехнологий и инноваций» (совместно с ФТИАН)

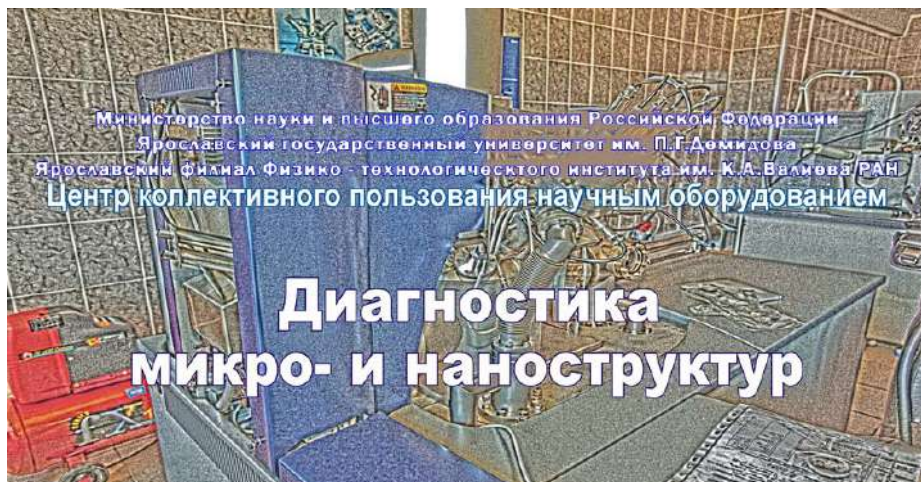
2008 г. – начало работ в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы»

2008 г. – создание кафедры нанотехнологий в электронике



ИНТЕГРИРОВАННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ

ЯрГУ им. П.Г. Демидова и ЯФ ФТИАН им. К.А. Валиева РАН



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Ярославский филиал Физико-технологического института им. К.А. Валиева РАН

Центр коллективного пользования научным оборудованием

Диагностика микро- и наноструктур



Общие сведения о Центре

Центр коллективного пользования научным оборудованием «Диагностика микро- и наноструктур» - интегрированное структурное подразделение ЯрГУ и ЯФ ФТИАН

<http://nano.yar.ru>

Центр входит в национальную нанотехнологическую сеть РФ

<http://www.rusnanonet.ru/nns/41450/>

Центр расположен на площади 1000 м², общая численность персонала – 49 человек, в том числе: докторов 12, кандидатов наук 14, аспирантов 4, студентов 12.

Объем научно-исследовательских работ в рамках ФЦП за:

- 2008 - 2009 г.г. – 88 млн. руб.,
- 2009 - 2010 г.г. – 46,5 млн. руб.
- 2010 - 2011 г.г. - 79,4 млн. руб.

Стоимость оборудования:

- до 2008 г. – 158 млн. руб.
- на январь 2012 г. – 414,8 млн. руб.



ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ
НАУЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ
«Диагностика микро- и наноструктур»



Общие сведения о ЦКП ДМНС



Директор Центра
коллективного пользования
научным оборудованием
«Диагностика микро- и
наноструктур»,
директор ЯФ ФТИАН
им. К.А.Валиева РАН,
зав. базовой кафедрой
нанотехнологий в электронике
профессор А.С.Рудый



ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ
НАУЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ
«Диагностика микро- и наноструктур»



ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ
НАУЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ
«Диагностика микро- и наноструктур»

Новое оборудование ЦКП ДМНС (2008-2014 г.г.)



Сканирующий электронный
микроскоп Supra 40.
Разрешение 2 нм



Вторично-ионный
времяпролетный масс-
спектрометр SIMS⁵



Новое оборудование ЦКП ДМНС (2008-2014 г.г.)



Рентгеновский дифрактометр ARL X'tra



Установка для исследования
характеристик солнечных
элементов Oriol I-V



Новое оборудование ЦКП ДМНС (2008-2014 г.г.)



Вакуумный зондовый микроскоп с
системой магнетронного напыления



3D-нанозондовая система
субатомарного разрешения
«GPI- Cryo-SEM»

Новое оборудование ЦКП ДМНС (2008-2014 г.г.)



Класс зондовых мультимикроскопов
SM-2000 и профилометров модели
130

Установка формирования игл
для зондовых микроскопов
«GPI-100A»



Новое оборудование ЦКП ДМНС (2008-2012 г.г.)



Просвечивающий электронный микроскоп Tescan G2 F20 U-TWIN



Новое оборудование ЦКП ДМНС (2008-2014 г.г.)



Двухлучевой сканирующий электронный микроскоп Quanta 3D 200i



Участие Центра в инновационном развитии региона



Губернатор Ярославской области С.А.Вахруков и представители РАН на презентации ЦКП ДМНС 23 апреля 2010 года



Участие Центра в инновационном развитии региона

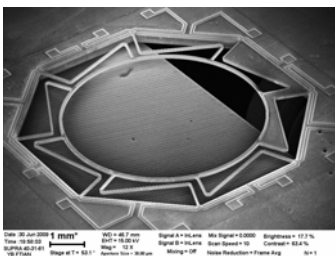


Вручение премий губернатора Ярославской области в сфере науки и техники



Малые инновационные предприятия (МИП)

**В 2010 г. в рамках программы
развития инновационной
инфраструктуры ЯрГУ
создано МИП:
«Микросистемная техника»**



Чувствительный элемент кольцевого микрогироскопа

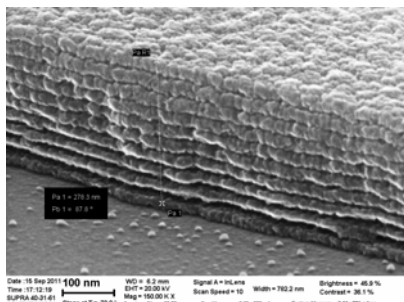


Установка плазмохимического травления Plasmalab System 100



Малые инновационные предприятия (МИП)

В 2010 г. в рамках программы развития инновационной инфраструктуры ЯрГУ создано МИП: «Эффективная энергетика»



Нанокompозитный анод для литий-ионного аккумулятора



Установка вакуумного напыления ВУП 5



Научно-образовательный центр нанотехнологий и инноваций



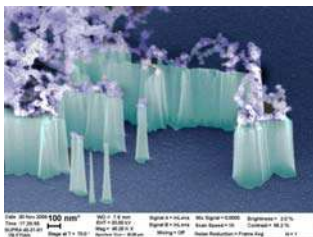
Спектр публикаций преподавателей и сотрудников НОЦ

НОЦ выполняет работы по проекту № 2.2.1.1/4583 «Создание системы подготовки специалистов в области микро- и нанозлектроники на базе совместных с ФТИАН интегрированных научно-образовательных центров «Центр нанотехнологий и инноваций» и ЦКП «Диагностика микро- и наноструктур» в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)»

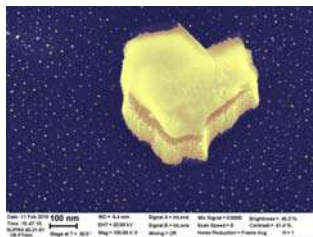


НОЦ участвует в международной программе CRDF Basic Research and Higher Education

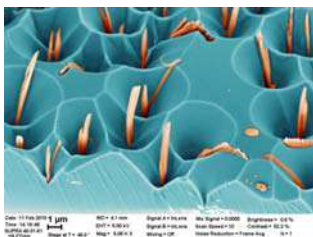
Студенческое творчество в области наноарта (Микроскоп Supra 40)



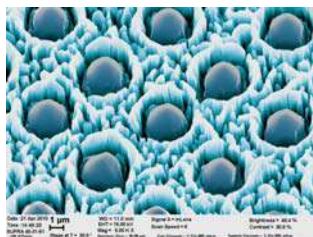
Водная феерия



Остатки космического завтрака

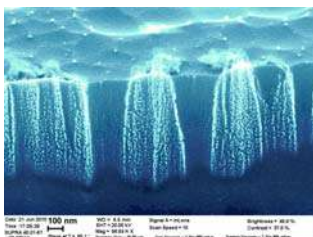


Подснежники



Ледяное пралине

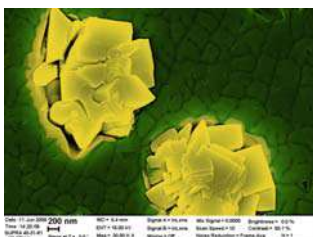
Студенческое творчество в области наноарта (Микроскоп Supra 40)



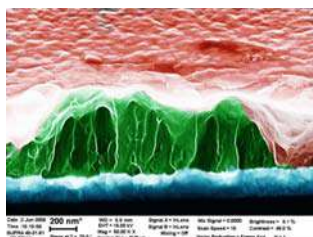
Нанонигар



Нановитамины



Сыр в шартрезе



Салат под кетчупом



Где и кем смогут работать выпускники направления подготовки «Электроника и нанoeлектроника»

- В высших учебных заведениях - преподаватель физики и профильных дисциплин.
- В учреждениях Российской академии наук (например, Ярославский филиал ФТИАН) - научный сотрудник, инженер, технолог.
- На предприятиях микроэлектроники, радиоэлектронной и электронной промышленности - научный сотрудник, конструктор, инженер, технолог.
- В лабораториях промышленных предприятий – инженер, оператор аналитического оборудования.
- В технических отделах ФСБ, МВД, МЧС, ФТС

Спасибо за внимание!



ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ
НАУЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ
«Диагностика микро- и наноструктур»

www.nano.yar.ru



**ЯФ ФТИАН
им. К.А.Валиева РАН**

www.yf-ftian.ru