



# Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

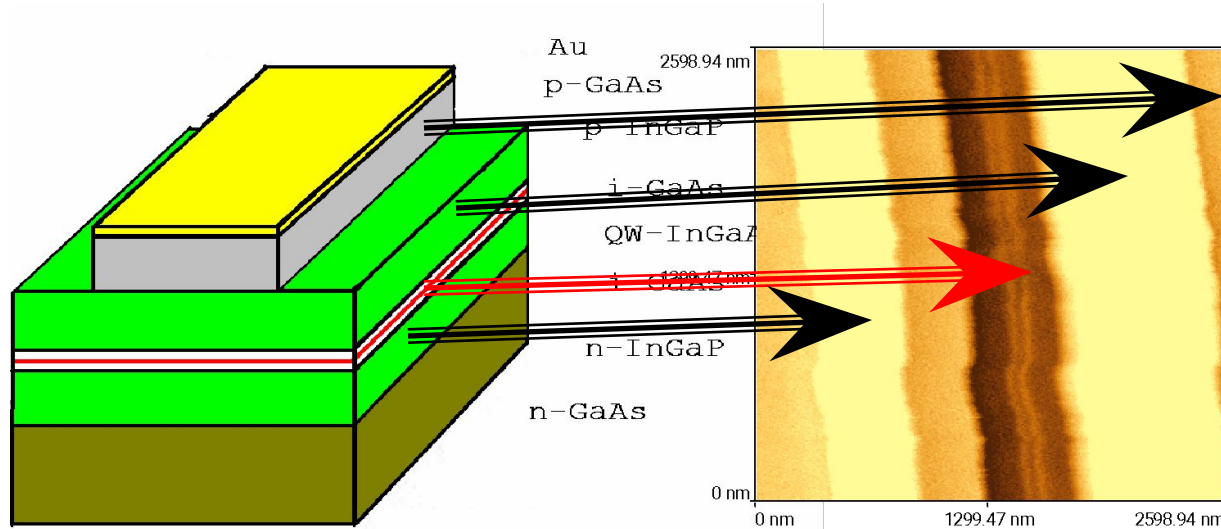
*Научно-исследовательский физико-  
технический институт ННГУ*

*Физический факультет ННГУ*

# Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

## Структуры с квантовыми ямами InGaAs/GaAs/InGaP и лазерные диоды

*Руководитель проекта: к.ф.-м.н. Б.Н. Звонков*



## Параметры п/п лазеров

Режимы	Многомодовый, непрерывный
Максим. выходная мощность	2 Вт
Пороговый ток	0,6 А
Апертура излучения	100×1 мкм
Расхождение	10°x50°
Длина волны	940÷1000 нм
Ширина спектра	2÷4 нм

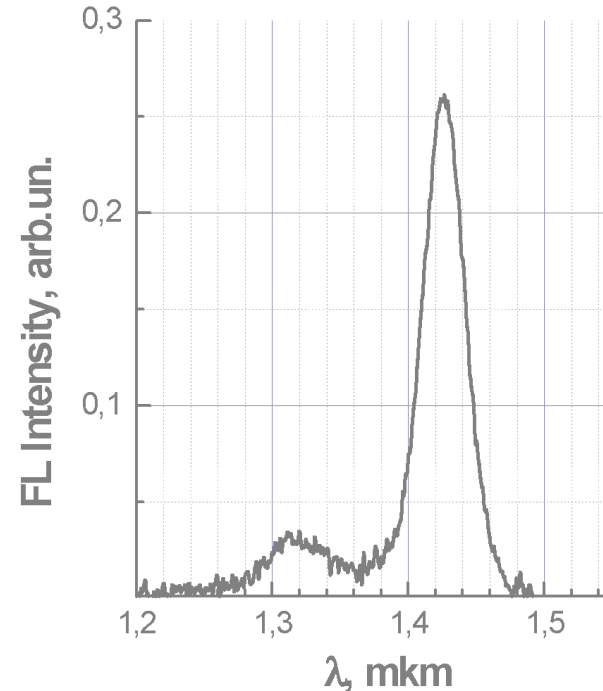
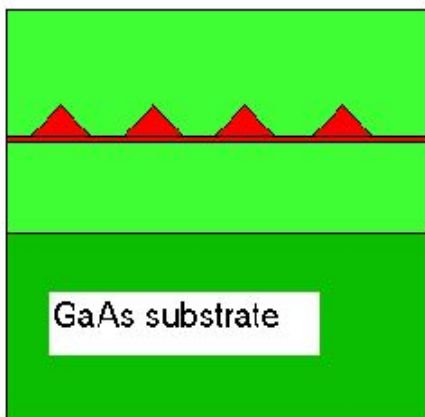
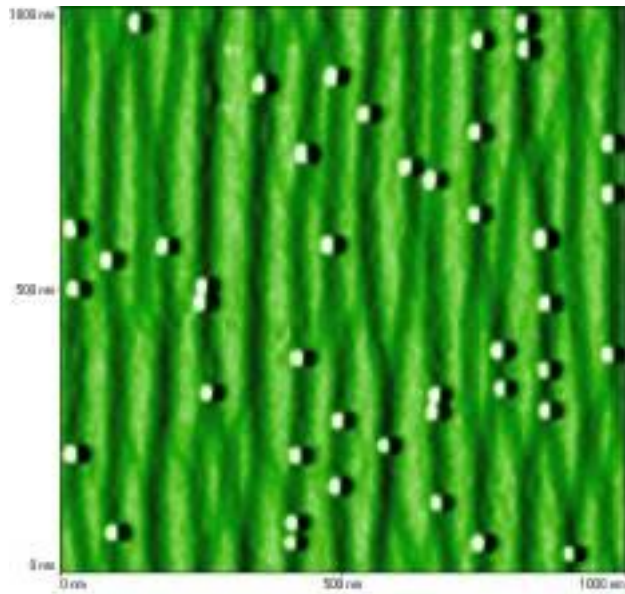
### Основные результаты:

- Полупроводниковый лазер на длине волны 0,96 - 0,98 мкм, излучающий через подложку
- Полупроводниковые лазеры с широкими туннельно связанными волноводами
- Двухполосные лазеры на квантовых ямах InGaAs/GaAs/InGaP



# Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

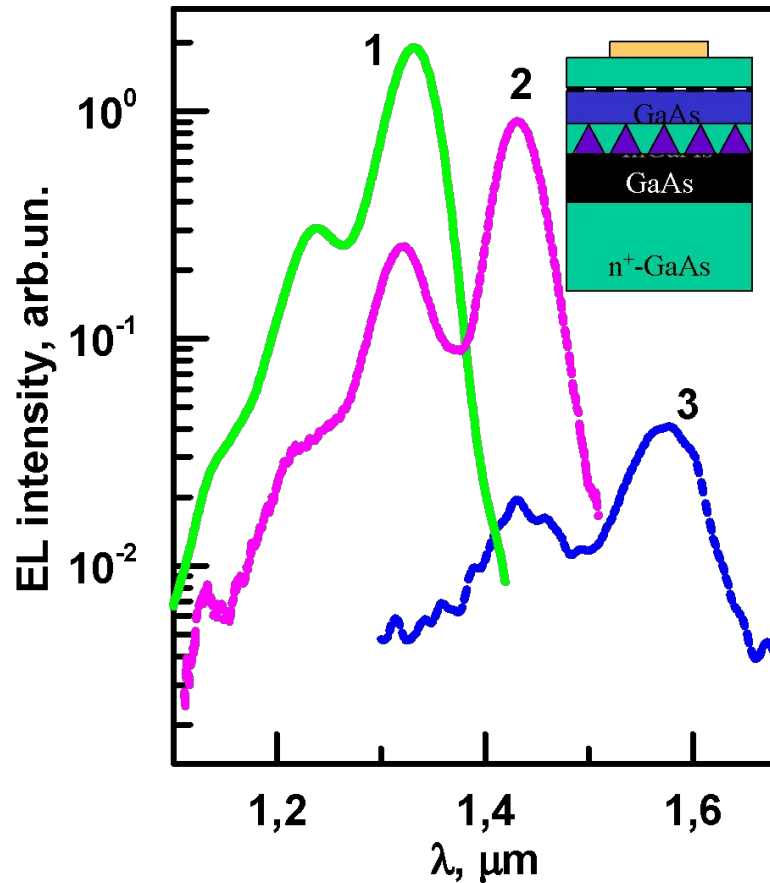
## Лазерные диоды на квантовых точках InAs/GaAs



Лазерные диоды, излучающие в диапазоне 1,3-1,55  $\mu\text{m}$

# Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

## Фото - диоды, сформированные на квантово-размерной гетероструктуре GaAs/InGaAs/InAs-QD/GaAs

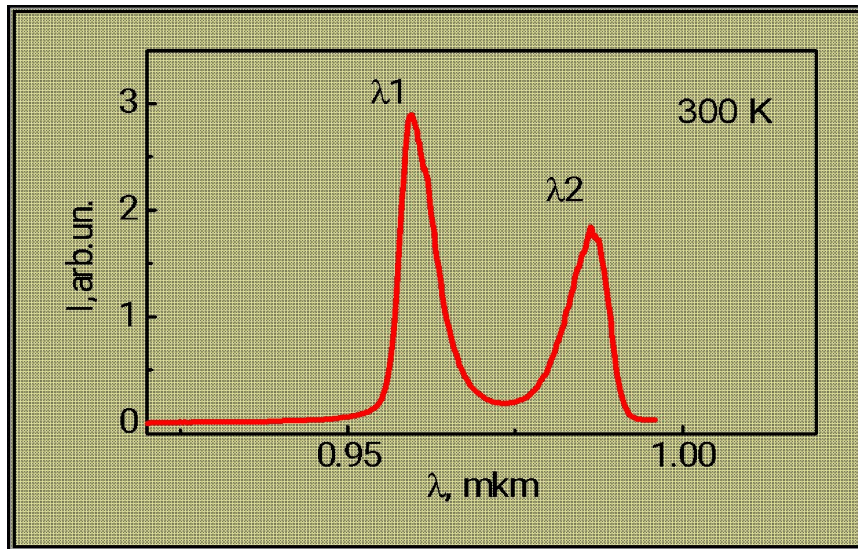


**Основные результаты:** фото-диоды на диоде Шоттки, сформированном на квантово-размерной гетероструктуре GaAs/InGaAs/InAs-QD/GaAs, работающие при комнатной температуре; длина волны излучения может перестраиваться в некоторых пределах путем изменения толщины и состава покровного слоя GaAs/InGaAs

Спектры ЭЛ (300 К) диодов на различных гетероструктурах с квантовыми точками: 1 – со слоем изолированных квантовых точек; 2, 3 – с квантовыми точками, покрытыми покровным слоем InGaAs КЯ. Толщины слоя GaAs : 1, 2 - 30 нм; 3 - 10 нм.

# Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

## Двухчастотный лазер на основе гетероструктур InGaP/GaAs/InGaAs с квантовыми ямами



Спектр двух полос генерации лазера

**Достоинство:** возможность генерации разностной частоты лазера, соответствующей дальней ИК области длин волн (30-80 мкм)

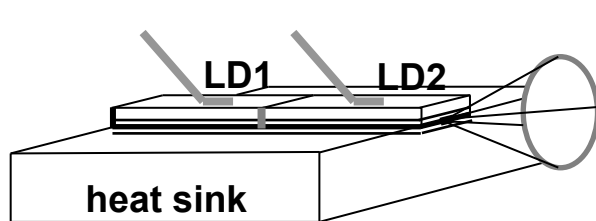
### Публикации:

Труды конференции «Нанофотоника». 2003. Т.2. С.315-317.

# Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

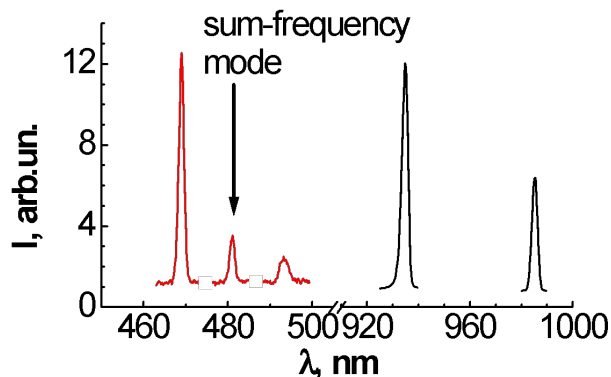
## Оптическое перемешивание в структуре лазерных диодов GaAs/InGaAs/InGaP: новая схема для генерации суммарных и разностных частот

**Основные результаты:** впервые продемонстрирована возможность непрерывной генерации суммарных и разностных частот в структуре состыкованных лазерных диодов GaAs/InGaAs/InGaP



Схематическое изображение

Пример спектра эмиссии на двух длинах волн, а также нелинейные сигналы на суммарных и разностных частотах при комнатной температуре



### Сотрудничество:

- Институт физики микроструктур РАН, Н.Новгород
- Институт прикладной физики РАН, Н.Новгород
- Physics Department and Institute for Quantum Studies, Texas A&M University, USA (grant CRDF)

# Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

## Основные применения лазерных диодов

### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

- **Оптические системы связи**
- **Накачка твёрдотельных лазеров**
- **Лазерная локация**
- **Экологический мониторинг**
- **Медицина**
- **Охранная сигнализация**
- **Защита и идентификация продукции и изделий**

# Разработка и производство полупроводниковых фотодиодов и лазеров

## Применение в качестве защиты

- Защита и идентификация изделий предприятий, терпящих убытки за счет реализации на рынке аналогичной контрафактной продукции;
- Защита и идентификация материальных ценностей, находящихся в государственной и частной собственности;
- Защита документов и ценных бумаг от подделки;
- Защита произведений искусства;





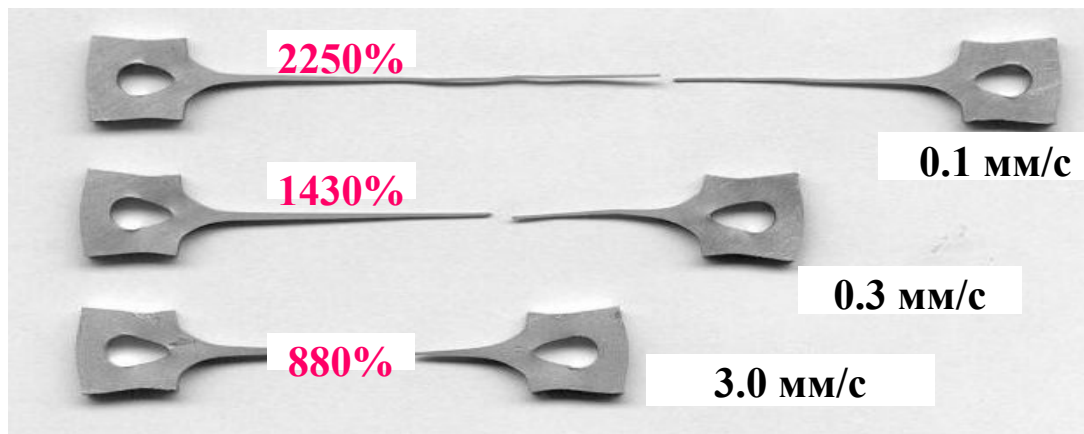
# Разработка и создание нано- и микрокристаллических металлов и сплавов с улучшенными пластическими и прочностными свойствами

## Высокоскоростная сверхпластичность объемных нанокристаллических алюминиевых сплавов

Руководитель проекта: профессор д.ф.-м.н. Чувильдеев В.Н.

Основные результаты: получены рекордные характеристики высокоскоростной сверхпластичности: удлинение до разрушения составляет 880% при скорости деформации  $1 \text{ с}^{-1}$  (100 % в секунду) для нанокристаллического алюминиевого сплава Al-4.5%Mg-0.22%Sc-0.15%Zr.

Работы выполнены при поддержке Международного научно-технического центра – проект #1413 “Aluminum Composite Alloys with High-Strain-Rate Superplasticity Effect” в сотрудничестве с Ливерморской национальной лабораторией (США)



Образцы после высокоскоростной сверхпластической деформации при  $T=450 \text{ }^\circ\text{C}$

# Разработка и создание нано- и микрокристаллических металлов и сплавов с улучшенными пластическими и прочностными свойствами

## Сверхпластичность нанокристаллических магниевых сплавов

### Основные результаты:

1. Разработаны и получены новые сверхпластичные нанокристаллические магниевые сплавы по технологии равноканального углового прессования.
2. Получены рекордные сверхпластические характеристики при низких температурах: удлинение до разрушения составляет 810 % and 570 % при температурах 250-300 °С в нанокристаллических магниевых сплавах MA14 и AZ91, соответственно.

- Chuvil'deev V.N., Nieh T.G., Gryaznov M.Yu., Sysoev A.N., Kopylov V.I. Low-temperature superplasticity and internal friction in microcrystalline magnesium alloys processed by ECAP. Scripta Materialia, 2004, vol.50, No.6, pp.861-865.
- Chuvil'deev V.N., Nieh T.G., Gryaznov M.Yu., Sysoev A.N., Kopylov V.I. Superplasticity and internal friction in microcrystalline AZ91 and ZK60 magnesium alloys processed by equal-channel angular pressing. Journal of Alloys and Compounds, 2004, Vol. 378, №1-2, pp 253-257.



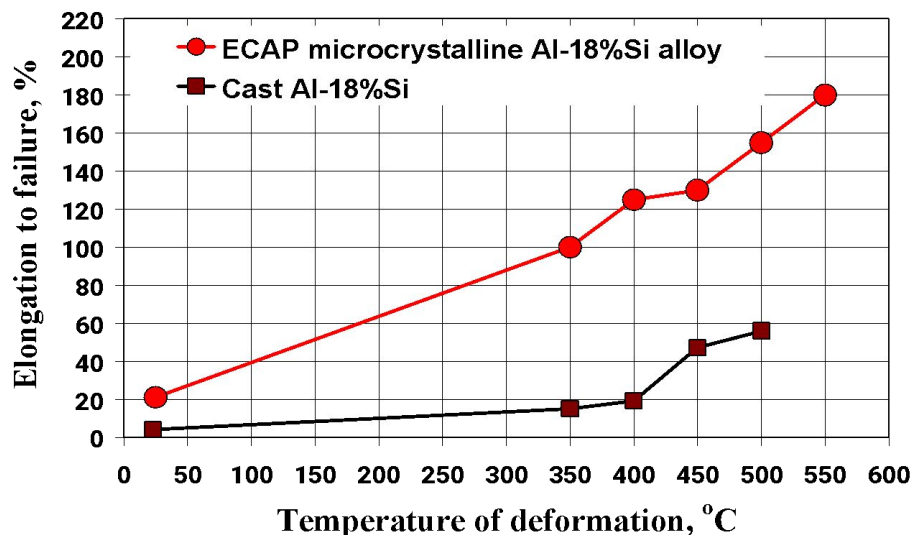
Изделие из нанокристаллического магниевого сплава MA14.  
Скорость штамповки - 1 мм/с, температура штамповки - 240 °С

# Разработка и создание нано- и микрокристаллических металлов и сплавов с улучшенными пластическими и прочностными свойствами

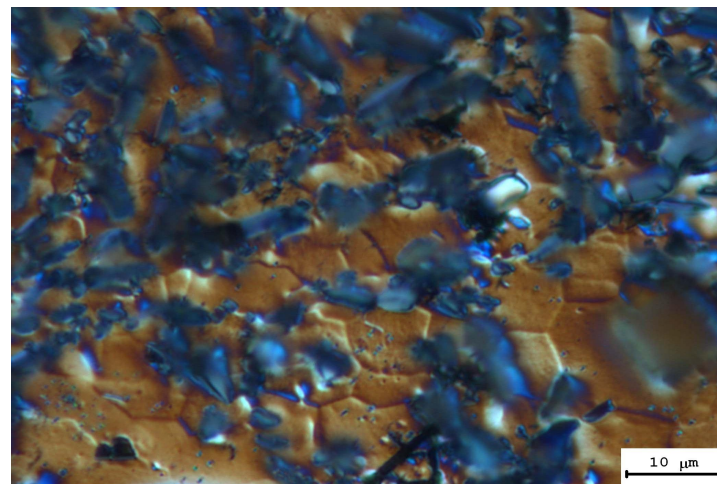
## Нанокристаллические поршневые силумины

### Основные результаты:

1. Разработаны и получены новые сверхпластичные нанокристаллические силумины по технологии равноканального углового прессования.
2. Получены рекордные характеристики пластичности (без потери прочности) для нанокристаллического сплава Al-18%Si: удлинение до разрушения составляет порядка 200%, что в 4 раза выше, чем пластичность аналогичного литого сплава.



Пластические характеристики литого и нанокристаллического сплава Al-18%Si



Ультрамелкозеренная структура нанокристаллического сплава Al-18%Si

# Разработка и создание нано- и микрокристаллических металлов и сплавов с улучшенными пластическими и прочностными свойствами

## Применение

<b>МАТЕРИАЛЫ</b>	<b>ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	<b>ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЗАКАЗЧИКИ</b>
<b>Высокопрочные магниевые сплавы с эффектом сверхпластичности</b>	<b>Детали кузова автомобиля Элементы двигателя Корпуса электронных приборов: корпуса ноутбуков, сотовых телефонов и пр.</b>	<b>Предприятия авиакосмического комплекса Предприятия автомобильной промышленности Предприятия электронной промышленности</b>
<b>Высокопрочные алюминиевые сплавы с эффектом высокоскоростной сверхпластичности</b>	<b>Элементы фюзеляжа, обтекатели Элементы корпуса и переборки</b>	<b>Предприятия авиакосмического комплекса Судостроительные предприятия</b>
<b>Высокопрочные титановые сплавы</b>	<b>Крепеж</b>	<b>Предприятия авиакосмического комплекса</b>
<b>Поршневые сплавы с уникальными механическими свойствами</b>	<b>Высокопрочные и высокоресурсные поршни двигателей внутреннего сгорания</b>	<b>Предприятия автомобильной промышленности Моторостроительные предприятия</b>