



*Институт биохимии и физиологии  
растений  
и микроорганизмов Российской академии  
наук*



# **Наномедицина и биотехнология: Фантастика становится реальностью**

## **ТИМОФЕЙ ПЫЛАЕВ**

**КАНДИДАТ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК  
ЧЛЕН НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА РОССИИ,  
УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ, СОТРУДНИК ЛАБОРАТОРИИ  
НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ ИБФРМ РАН**

**ФТЛ№1: ШКОЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
21.02.2016**

# Развитие современных наук



Процесс развития современных наук в конце XX и начале XXI веков

# Нанотехнологии в древности



**Растворы коллоидного золота Фарадея (слева, 1857) и знаменитый Кубок Ликурга (справа, 4-й век н.э.), который выглядит **красным** в прошедшем свете и **зеленым** в рассеянном свете.**

# Нанотехнологии в древности: первые упоминания о наночастицах золота

**Цветное  
стекло  
Древнего  
Египта**



**Витражи храмов  
Средневековой  
Европы**

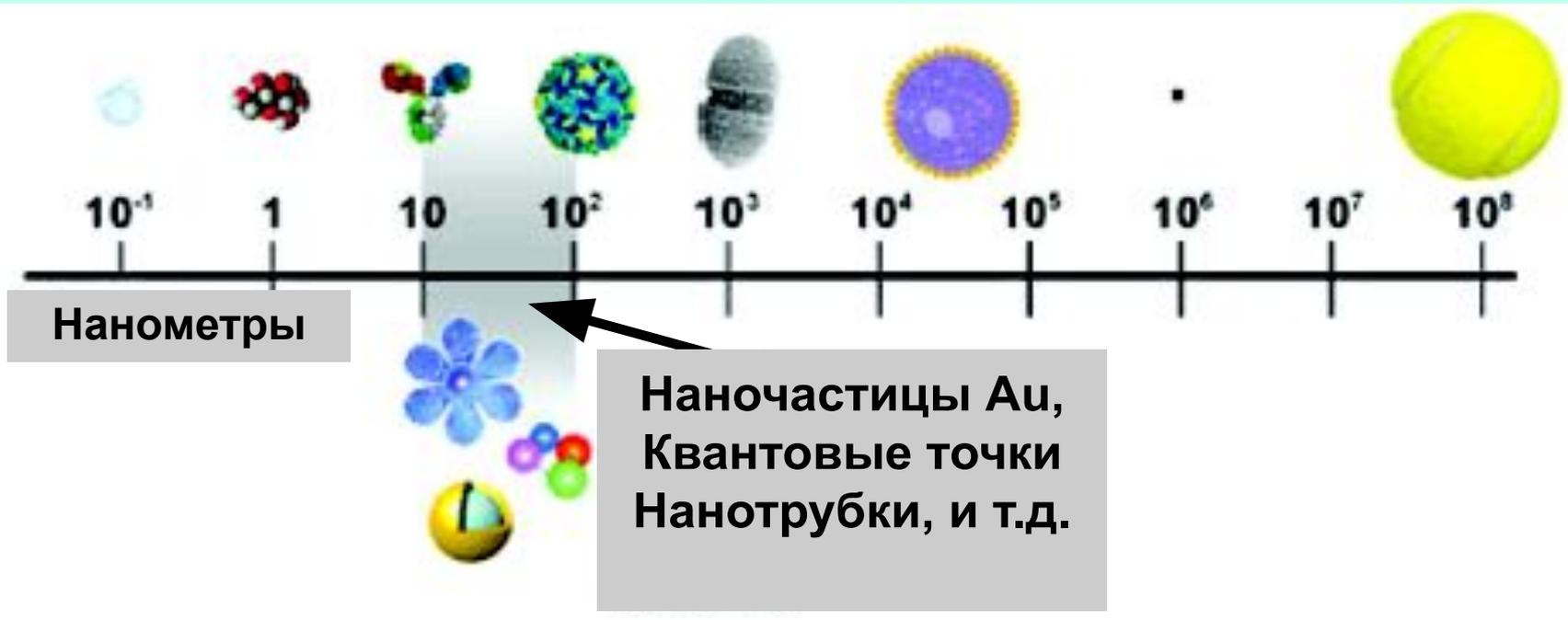


**Кремлевские  
звезды**



# Размеры объектов нанобиотехнологии

Вода Глюкоза АТ Вирусы Бактерии Раковая кл. Период Теннис мяч



# Известные нам миры

**МАКРО**



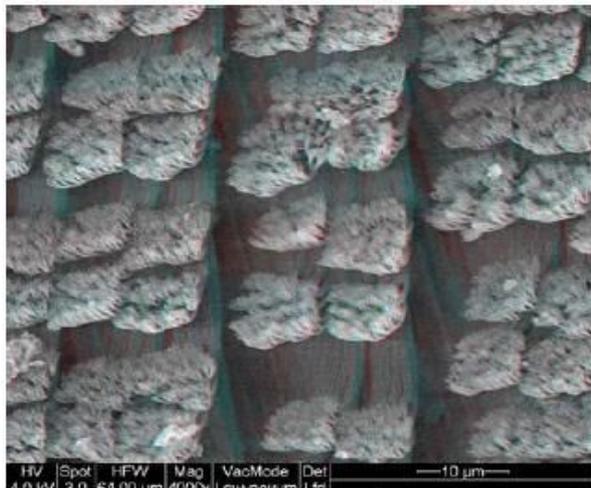
**МЕЗО**



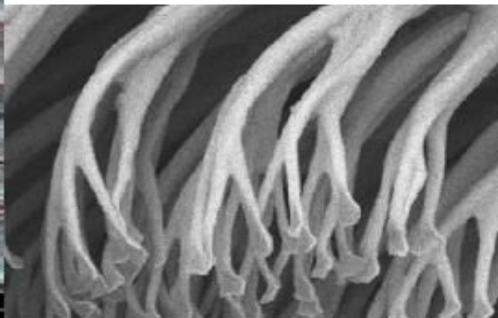
**МИКРО**



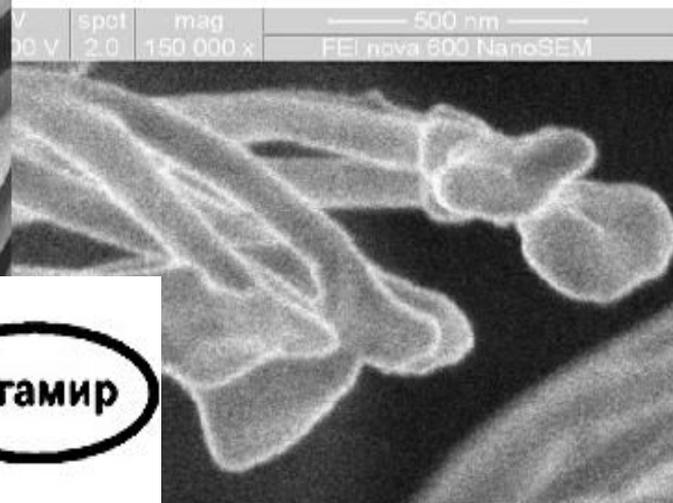
**СУБ-МИКРО**



**НАНО**



**НАНО**



Наномир

Микромир

Макромир

Мегамир

Гигамир

# Термины и определения

**Нанонаука** (*наука о наносистемах и наноструктурах*) - изучение феномена и манипуляции материалов на атомном, молекулярном и макромолекулярном уровнях, при которых свойства материалов значительно изменяются по сравнению с их свойствами на более крупном уровне.

## Основные виды нанотехнологий

Наноматериалы	Нанопроизводство
Наномедицина	Нанотоксикология
Наноэлектроника	Наноэкология
Молекулярная электроника	Нанобиология
Органическая электроника	Квантовые компьютеры
Нанофотоника	Наноэнергетика
Нанобиотехнология	Наноправление
Нанофабрикация	Нанороботы
Нанометрология	Нановооружение

# Термины и определения

## Классификация нанотехнологий

### по степени сложности нанообъектов и их применению

#### Класс нанообъектов

Нанопорошки, **наночастицы в растворе**

Нанотрубки, нанопроволоки

Простые слои и покрытия  
нанометрической толщины

Трехмерные слоистые структуры

Трехмерные периодические и случайные  
образования

Линейные цепочки

Поверхностные структуры с  
незначительной глубиной

Многослойные покрытия, получаемые  
различными методиками

Развитые трехмерные структуры, не  
обладающие способностью к  
самовоспроизведению или  
саморепликации

Развитые трехмерные структуры,  
обладающие способностью к  
самовоспроизведению

#### Сферы применения

Краски, косметические кремы

Углеродные нанотрубки

Алмазные пленки на разнообразных  
поверхностях, многослойные покрытия в  
молекулярной электронике, защитные покрытия

Магнитные запоминающие  
устройства

Кристаллизованные белки, трехмерные  
устройства молекулярной записи информации

Информационные молекулы ДНК и др.

Новейшие микроэлектронные устройства,  
наномеханические устройства

Поверхностные лазеры с вертикальным  
резонатором (VSCSEL)

Манипуляции с ДНК, биомолекулярные  
компьютеры, наномшины

Самовоспроизводящиеся  
нанороботы

# Термины и определения



Факторы, определяющие многообразие наноструктур

# Термины и определения

**Наноматериалы** - материалы, содержащие структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладающие качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками.



Классификация наноматериалов

## Основные направления

1. Синтез металлических и композитных наночастиц с настраиваемым плазмонным резонансом и их функционализация биоспецифическими молекулами-зондами
2. Исследование оптических свойств биомаркеров для создания биосенсоров нового поколения.
3. Разработка новых приложений плазмонно-резонансных биомаркеров для **генодиагностики**, твердофазного иммуноанализа, визуализации клеточных и молекулярных мишеней, адресной доставки целевых веществ в клетки, фототермальной терапии и низкокогерентной оптической томографии.

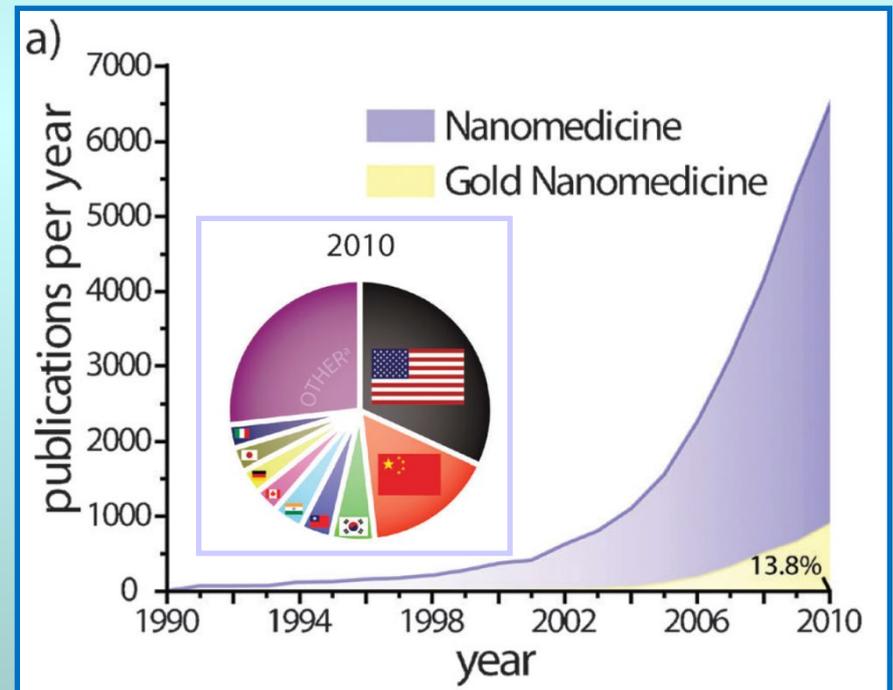
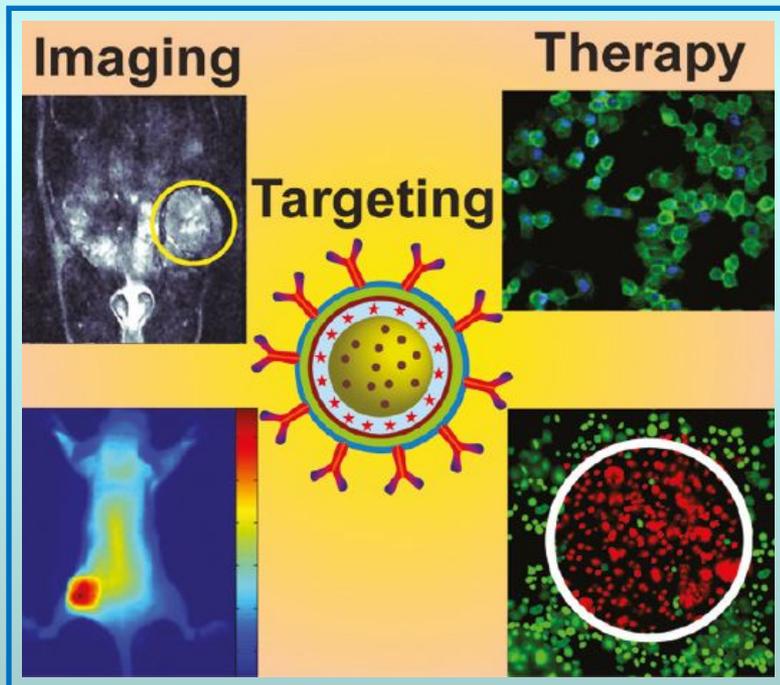
## Методы исследования

1. Спектроскопия поглощения и рассеяния в УФ, видимом и ближнем ИК – диапазоне
2. Световая, конфокальная и электронная микроскопия
3. Метод динамического рассеяния света

# Плазмонно-резонансные наночастицы и их

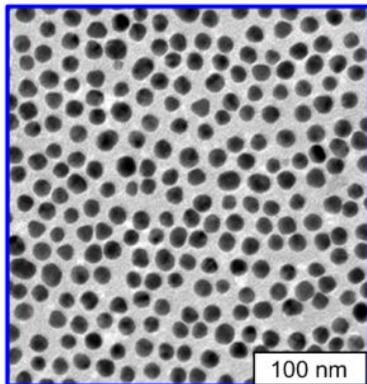
- 1. Это наноразмерные свойства благородных металлов**
- 2. Их уникальные оптические свойства связаны с явлением поверхностного плазмонного резонанса – возбуждением поверхностных плазмонов видимым и ИК светом.**
- 3. Имеют высокое сечение экстинкции и рассеяния, в связи с этим их светимость превосходит во много раз светимость других меток.**
- 4. Обладают низкой токсичностью**
- 5. Их можно подвергать биоконъюгации, т.е. прикреплять к ним биомолекулы (ДНК/РНК, белки, олигосахариды...)**

# Основная задача: Разработка новых типов частиц и композитов для ТЕРАНОСТИКИ (ТЕРАпия + диагНОСТИКА)

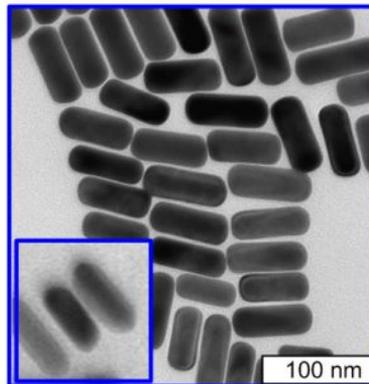


# Примеры наночастиц и композитов, синтезируемых в лаборатории

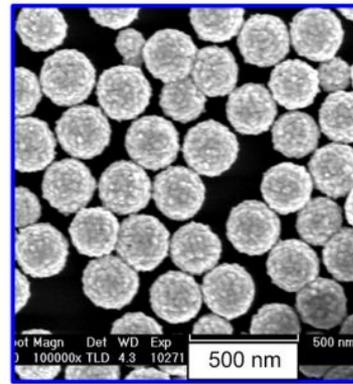
Au spheres



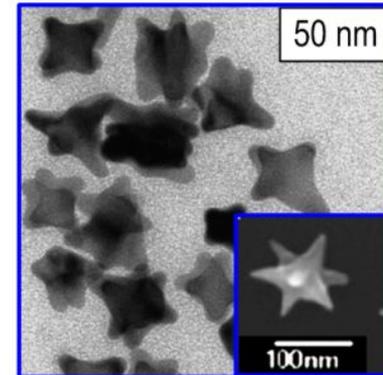
Au and Au/Ag rods



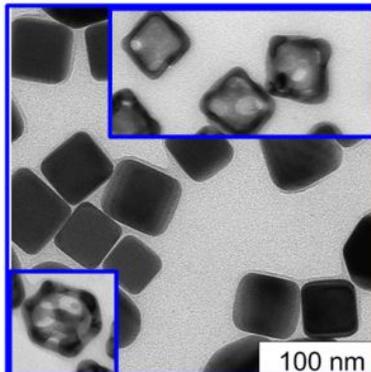
SiO<sub>2</sub>/Au shells



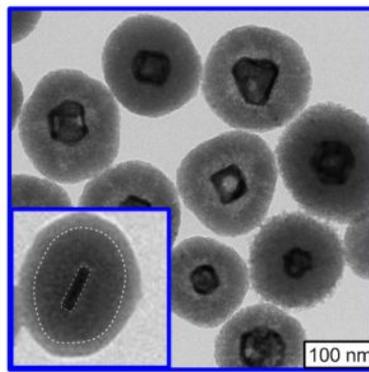
Au stars



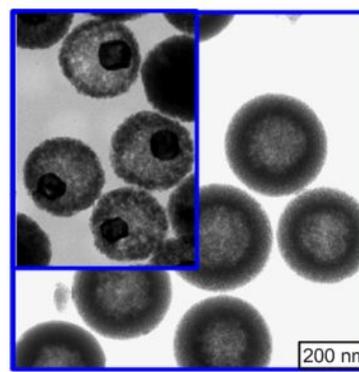
Au-Ag cages



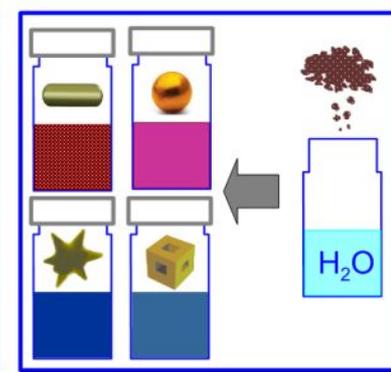
Nanocomposites



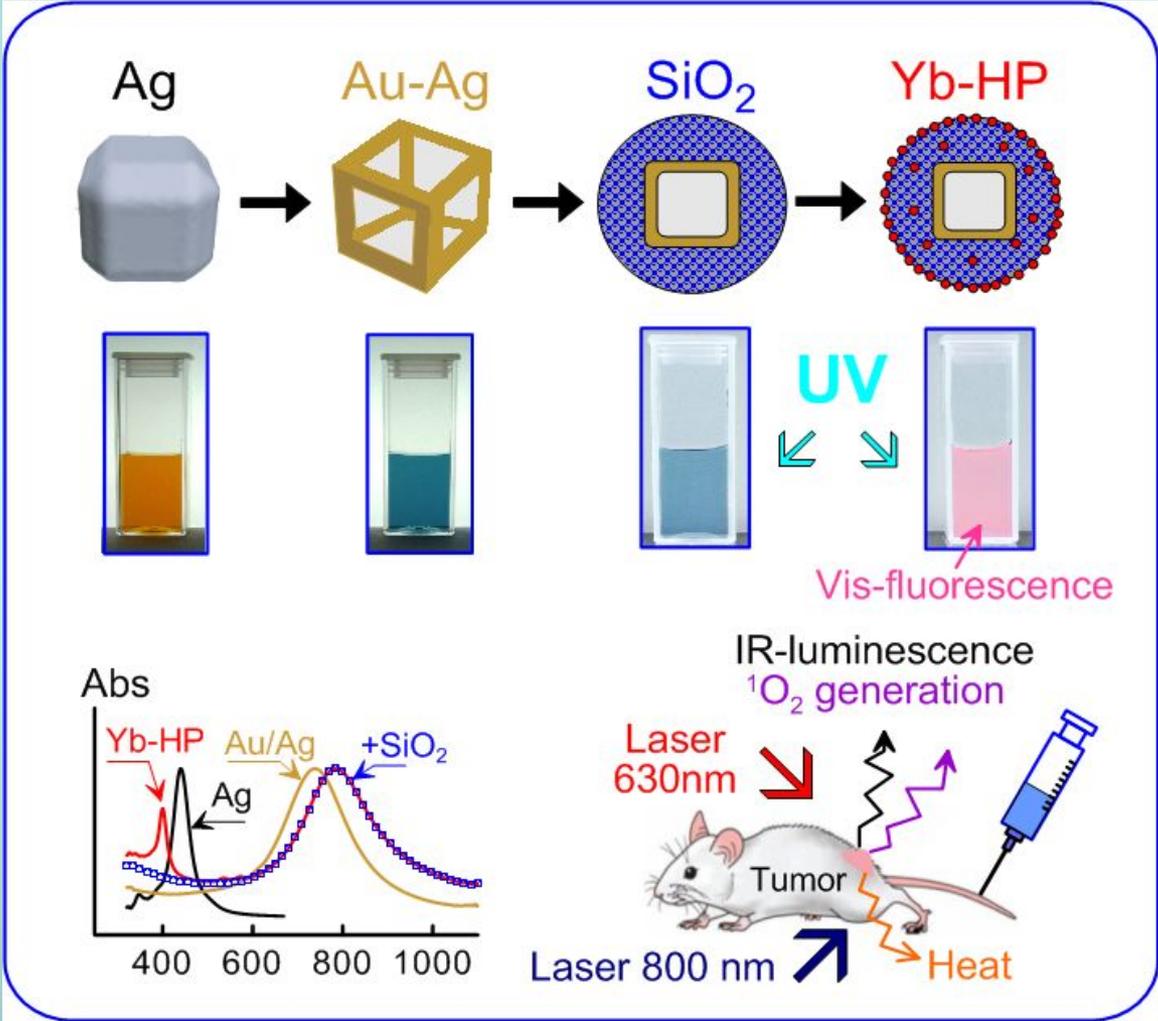
Nanocontainers



Nanopowders



# Получение наноконпозитов для комбинированной терапии опухолей

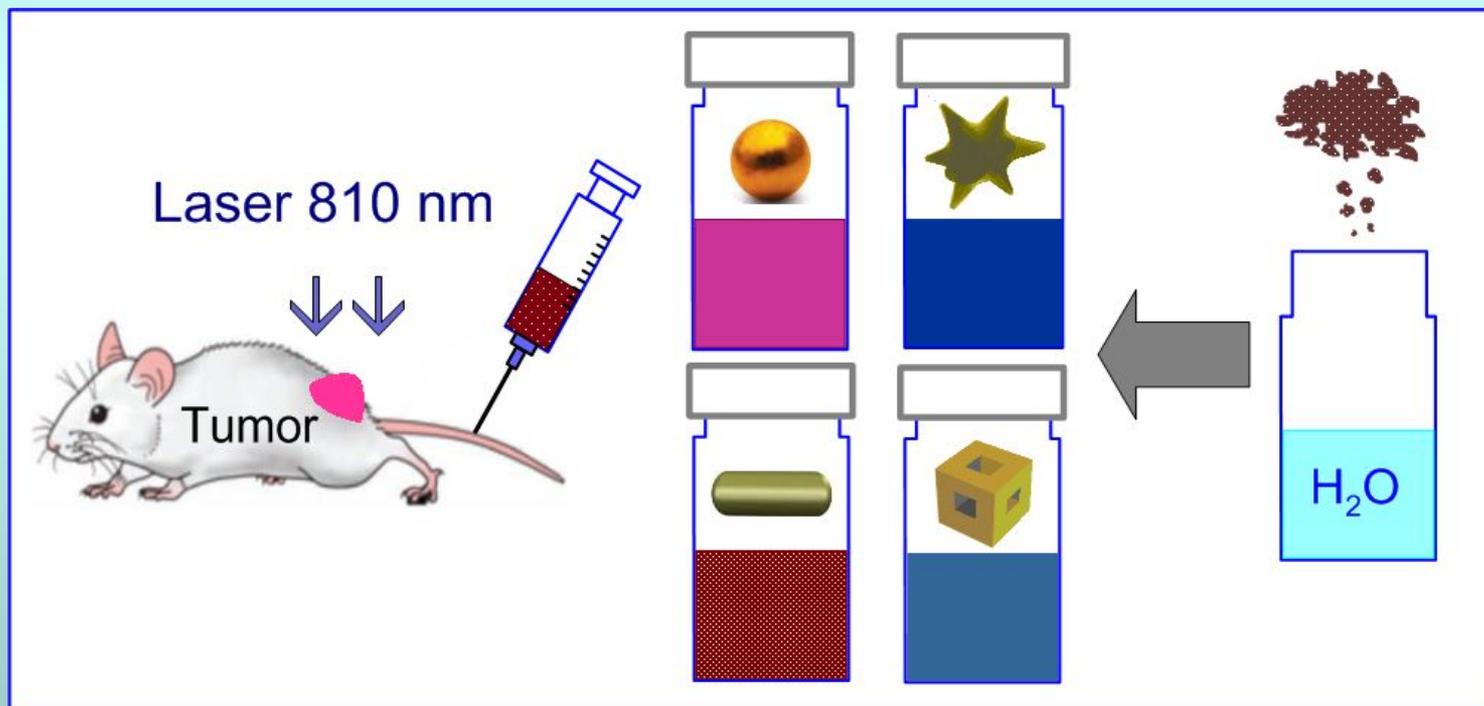


## Plasmonic Nanopowders for Photothermal Therapy of Tumors

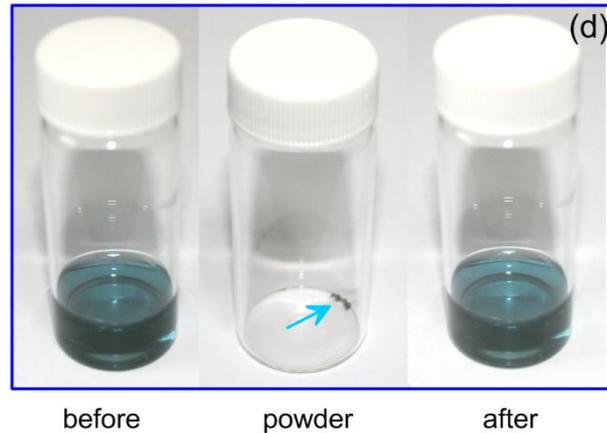
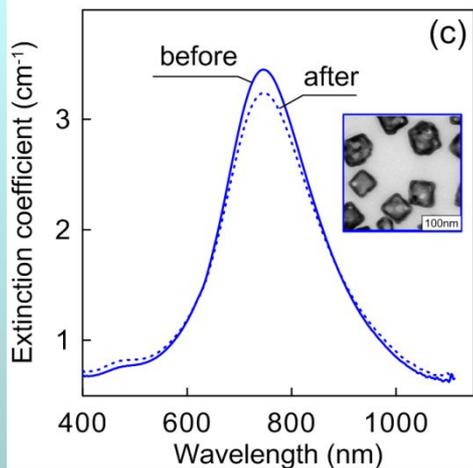
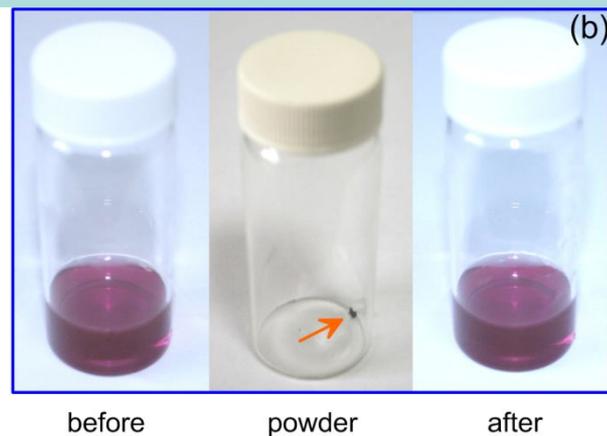
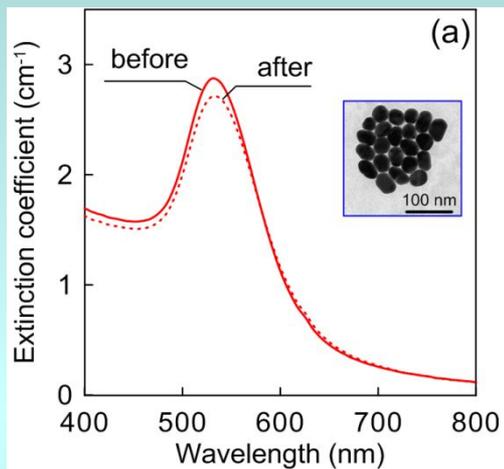
Boris N. Khlebtsov,<sup>†</sup> Elizaveta V. Panfilova,<sup>†</sup> Georgy S. Terentyuk,<sup>‡</sup> Irina L. Maksimova,<sup>‡</sup>  
Andrei V. Ivanov,<sup>§</sup> and Nikolai G. Khlebtsov<sup>\*,†,‡</sup>

ACS Publications © 2012 American Chemical Society

Новый тип наноматериалов –  
Порошки плазмонных наночастиц



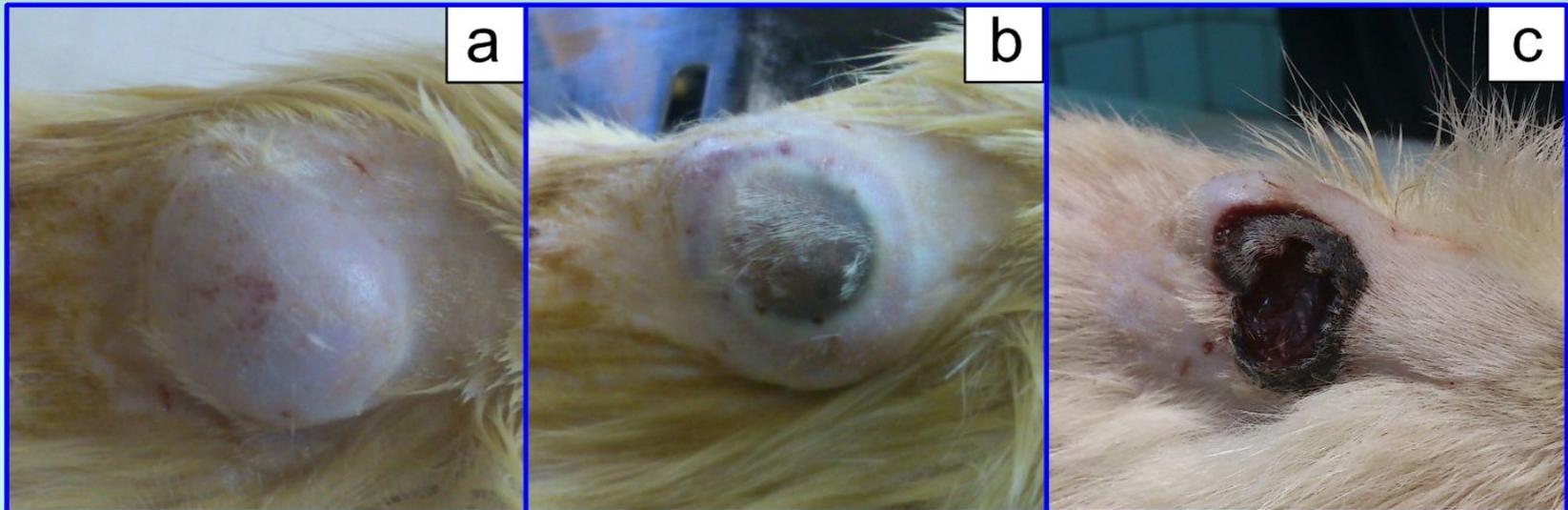
# Водорастворимые порошки золотых наностержней, наносфер, наноклеток и наношестов



# Использование порошка золотых наностержней



# Комбинированная ФТД и ФТ терапия привитой раковой опухоли



- (a) Опухоль перед облучением после введения наностержней  
(b) Через 20 мин после облучения красным и ИК лазерами  
(c) Через 3 дня после комбинированной терапии

**Khlebtsov *et al.* Theranostics, 2013**

# Наша команда



**Nanobiotechnology group:** Vitaly Khanadeev, PhD; Olga Bibikova, PhD student; Timofey Pylaev, PhD; Nikolai Khlebtsov, Professor, Dr, Head of the Lab; Lev Dykman, Dr; Liza Panfilova, PhD; Vladimir Bogatyrev, Dr; Boris Khlebtsov, Dr



**Спасибо за  
внимание!!!**

This research was supported by the Bortnik Foundation grant UMNIK, grants from the Russian Foundation for Basic Research, and the Programs of the Presidium of the Russian Academy of Sciences “Basic Sciences for Medicine”