



*РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина*

*Москва*

**СЕЛЕКТИВНОЕ ПО РАЗМЕРУ  
ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ  
ДЕФЕКТОВ ПРИ ПОМОЩИ  
ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ НАНОЧАСТИЦ  
ЗОЛОТА**

**Иван Тиунов**

Майя Зиангирова

Андрей Новиков

Михаил Котелев

Дмитрий Копицын

Максим Горбачевский



## Описание метода



Пенетрант – суспензия золотых наночастиц  
Обнаружение – детектирование фотолюминесценции наночастиц

Нанесение суспензии



Удаление излишков

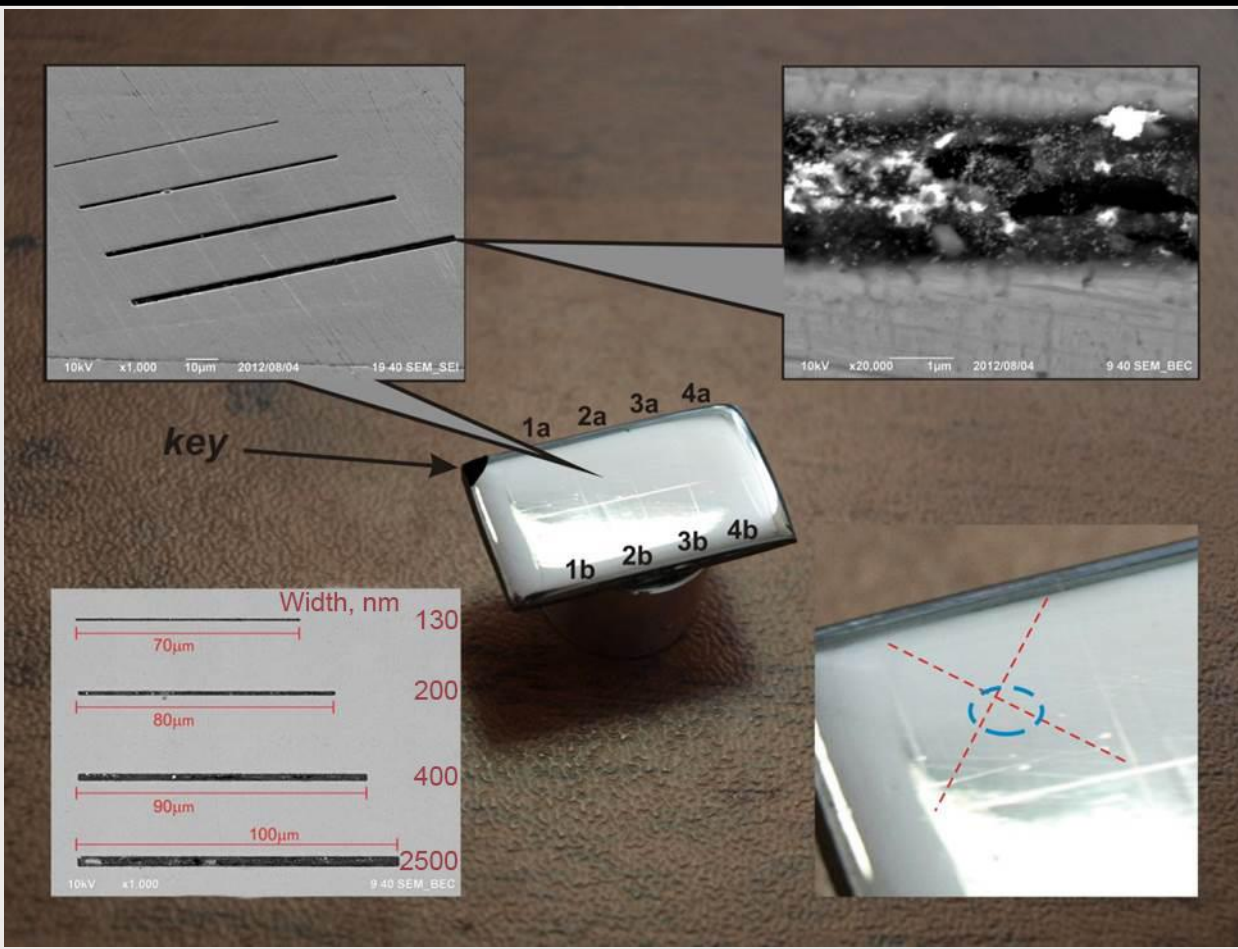


Получение карты  
фотолюминесценции

Обнаружение дефектов шириной менее 1 мкм  
1 класс чувствительности по ГОСТ 18442-80



# Моделирование поверхностных дефектов

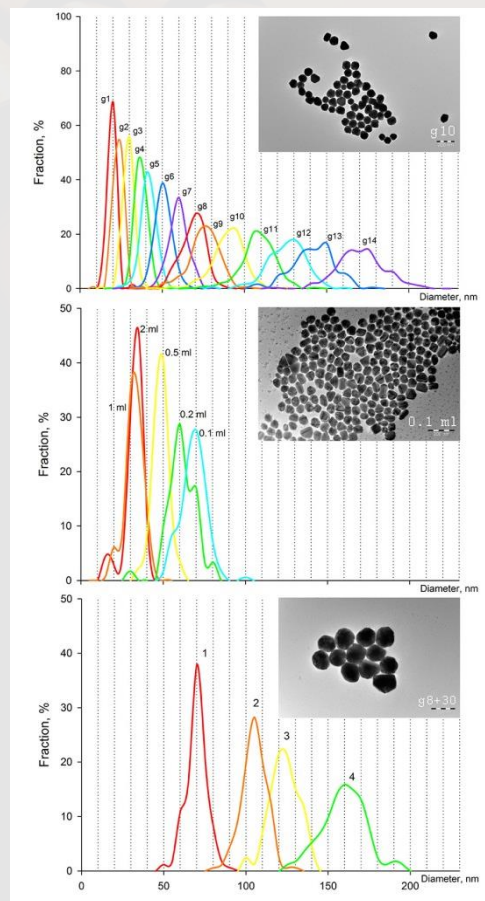




## Синтез монодисперсных наночастиц золота

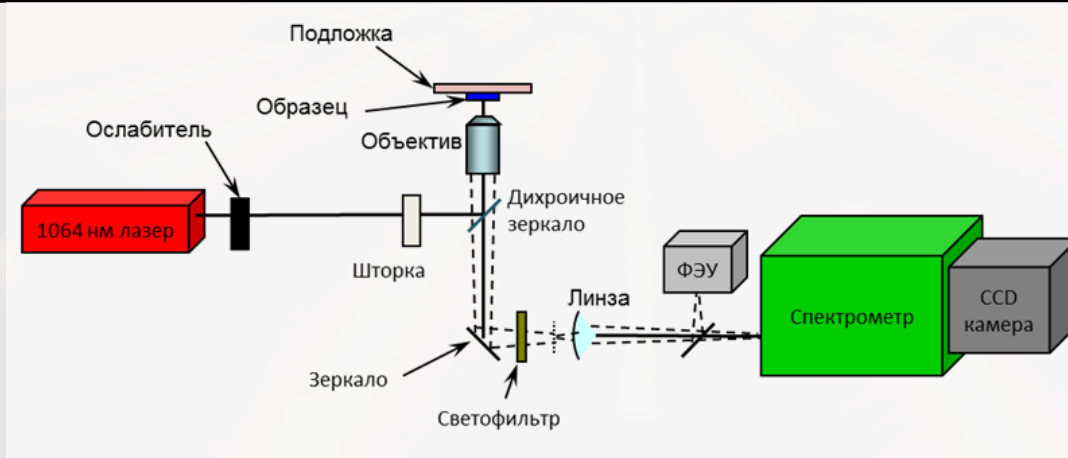


Установка для синтеза наночастиц и гистограммы распределения по размерам наночастиц золота

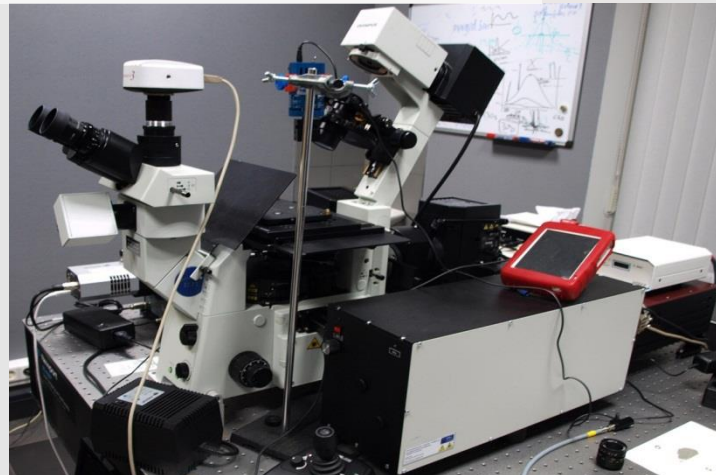




## Установка для детектирования дефектов



Оптическая схема и общий вид установки для получения спектров фотолюминесценции золотых наночастиц

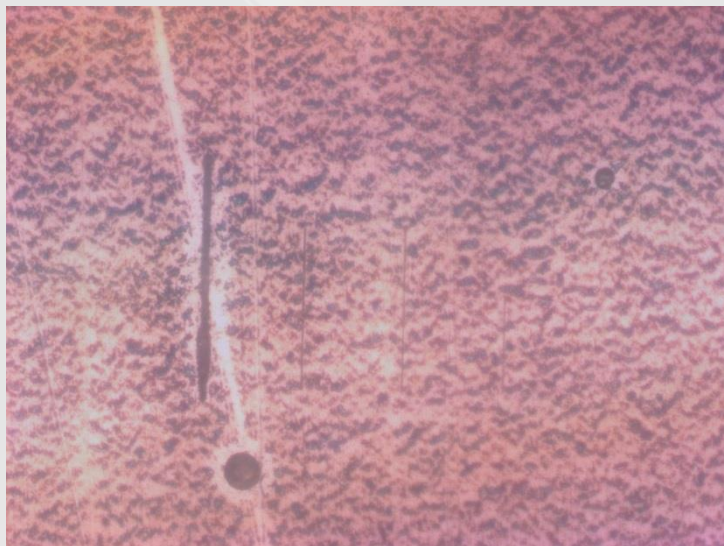




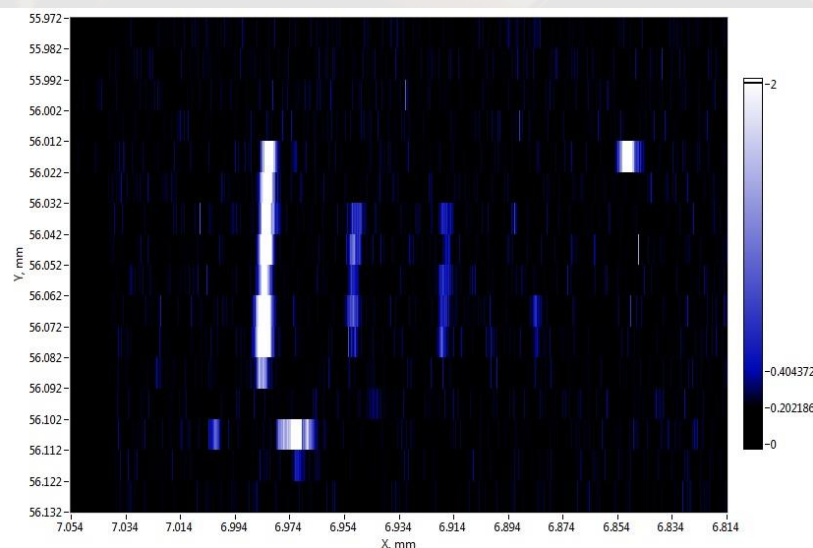
## Получение карты распределения

Нанесение **больших**  
( $250 \pm 45$  нм) частиц

→ Удаление излишков → Карта распределения



Изображение модельных дефектов,  
полученное при помощи  
оптического микроскопа

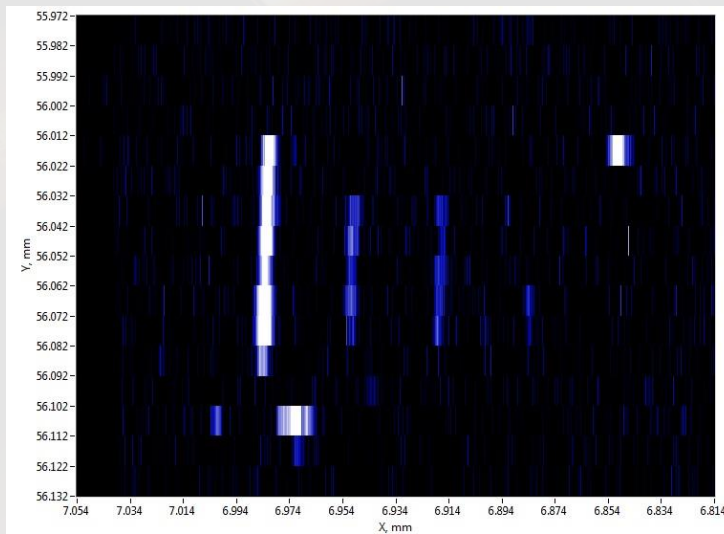


Карта фотолюминесценции золотых  
наночастиц **большого (250 нм)** размера в  
модельных дефектах

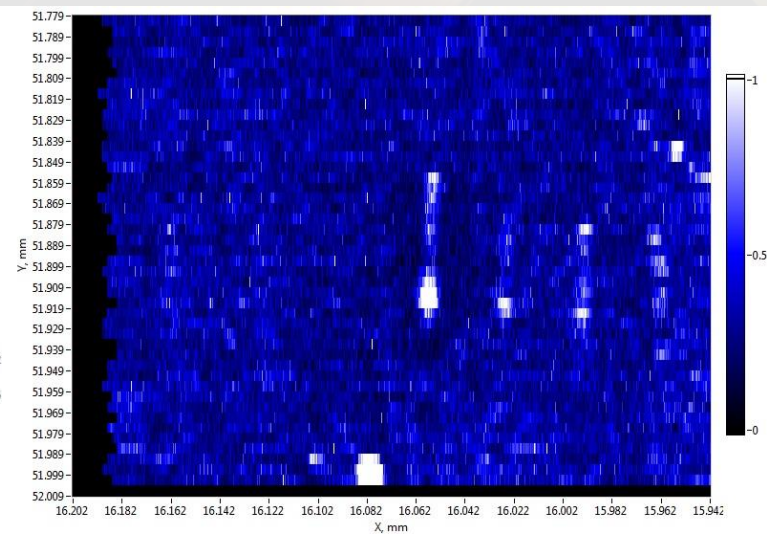


## Получение карты распределения

Нанесение **меньших** ( $66\pm 8$  нм) частиц  $\longrightarrow$  Удаление излишков  $\longrightarrow$  Карта распределения



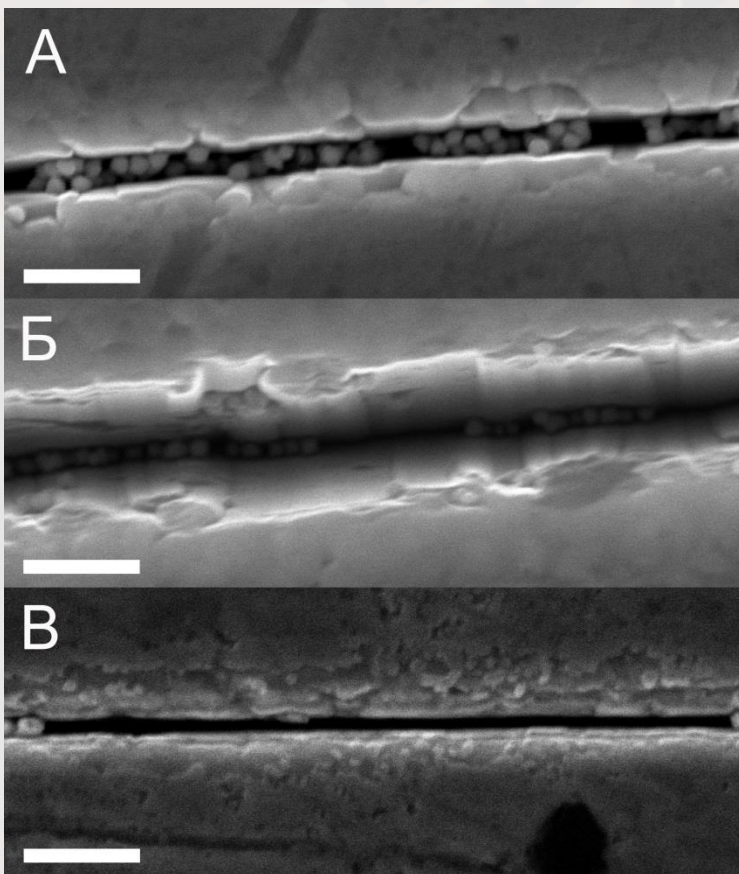
Карта фотолюминесценции  
больших ( $250\pm 45$  нм) частиц



Карта фотолюминесценции наночастиц  
меньшего ( $66\pm 8$  нм) размера



## Исследование при помощи СЭМ



Подтверждение наличия наночастиц золота в модельных дефектах размером 400 нм (А), 200 нм (Б) и 130 нм (В), масштаб 1 мкм

Наночастицы большого диаметра не заполняют трещины меньшего размера





## Выводы

- Получены моодисперсные суспензии наночастиц золота для обнаружения поверхностных дефектов
- Получены карты фотолюминесценции наночастиц золота различного размера в модельных дефектах
- Предложенный метод позволяет селективно по размеру детектировать поверхностные дефекты размером менее 200 нм



**Спасибо за внимание!**

**Работа выполнена при поддержке Министерства  
образования и науки РФ в рамках выполнения  
базовой части государственного задания  
(проект 1256)**