

**Резюме проекта**  
Выполняемого при поддержке **РФФИ**  
**«Самосборка наночастиц в структуры с заранее заданной конфигурацией,  
контролируемая резонансным лазерным излучением»**  
по этапу 2014 года

Договор № 14-02-00219 А

Приоритетное направление: Индустрия наносистем

Критическая технология: Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии

Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий

Период выполнения: 2014-2016 г

Ключевые слова: наночастицы, наноструктуры, оптические резонансы, электродинамическое взаимодействие, самоорганизация, эффект ближнего поля, лазерное излучение, размерные эффекты, электронная спектроскопия.

**1. Цель фундаментального исследования:**

В рамках данного проекта рассматривается возможность формирования структур с заранее заданной геометрией в поле лазерного излучения из резонансных наночастиц металлов и полупроводников. Выбор названных материалов диктуется необходимостью разработки новых молекулярных и многоуровневых структур, позволяющих управлять процессами переноса электронов, биологической и химической активностью, на основе которых могут быть созданы высокоэффективные фотофизические устройства оптической обработки информации, биологии и медицины.

**2. Основные результаты проекта:**

1. Учет многоуровневого характера спектра взаимодействия частиц приводит к значительному (более чем на порядок) увеличению энергии взаимодействия, которая становится соизмеримой с энергией химической связи при интенсивностях лазерного излучения порядка  $1 \text{ МВт/см}^2$ .

2. Наибольшее увеличение энергии соответствует самому длинноволновому резонансному переходу системы и связано с тем, что в этом случае вклад всех переходов в линейную восприимчивость имеет одинаковый знак.

3. Наиболее сильное взаимодействие испытывают одинаковые частицы. Зависимость глубины потенциальной ямы имеет характер несимметричной резонансной кривой с максимумом в области близкой резонансной длине волны первой частицы. Ширина этой кривой на полувысоте составляет величину порядка 75 нм, что значительно превышает ширину линии поглощения отдельной частицы (3 нм).

4. Максимум энергии взаимодействия (притяжения частиц) всегда лежит в красной области по отношению к наиболее длинноволновому переходу изолированных частиц и асимптотически приближается к нему при увеличении разницы между резонансными длинами волн двух частиц.

5. Совместные молекулярно-динамические и электродинамические расчеты лазерно-контролируемого формирования пары резонансных наночастиц выполнены с учетом потенциального барьера, образованного двойным электрическим слоем. Проведенное рассмотрение показывает, что процесс формирования структур определяется формой потенциальной кривой парного взаимодействия. Подбор параметров коллоидной среды (высота барьера), длины волны и интенсивности лазерного излучения позволяет осуществлять самосогласованное формирование наноструктур. Рассчитаны вероятность и время агрегации под действием лазерного излучения. Для объемной концентрации частиц  $10^{-2}$  это время составляет величину около десятков наносекунд, что позволяет использовать импульсный лазер, для контролирования агрегации. При более низких

концентрациях вероятность агрегации уменьшается, что может быть компенсировано увеличением частоты повторения импульсов.

**3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках фундаментального, прикладного научного исследования, экспериментальные разработки**

Нет.

**4. Назначение и область применения результатов проекта**

Фундаментальное исследование. Микро- и нанофотоника, нанотехнологии, образование

**5. Возможность коммерциализации результатов проекта**

На данном этапе неочевидно.

**6. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Подготовка кадров высшей квалификации.

**7. Наличие соисполнителей**

Нет.

Руководитель работ по проекту

*Ведущий научный сотрудник, д.ф.-м.н., профессор В.В. Слабко*