

Синтез нанокompозитных материалов на основе субоксида кремния и наноструктур благородных металлов методом импульсной лазерной абляции

Родионов Алексей, 2 курс магистратуры кафедры ФНП ФФ НГУ
Научный руководитель: *к.ф.-м.н.* Старинский Сергей Викторович

Работа выполнена в лаборатории физических процессов энергетики 10.1 ИТ СО РАН

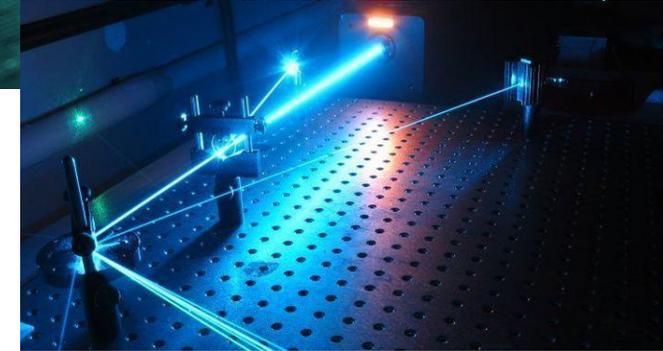
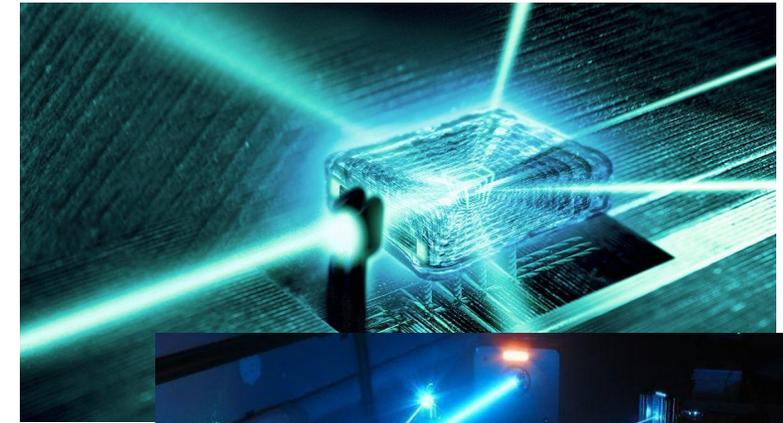
Актуальность

Нанокompозитные материалы применяют для создания:

- Оптические фильтры
- Накопители
- Биосенсоры

Преимущества импульсной лазерной абляции:

- Гибкий контроль над процессами роста наноструктур
- Инвариантность в выборе материалов мишеней и подложек



- Контроль пиков поглощения нанокompозитных материалов
- Влияние наночастиц металла на состав осаждаемых на их поверхность пленок

Цель: изучение влияния наноструктур благородных металлов на эффективность окисления нанокompозитного материала и на его оптические свойства

Экспериментальный стенд

Nd:YAG лазер
($\lambda = 532$ нм, $\tau = 8$ нс)

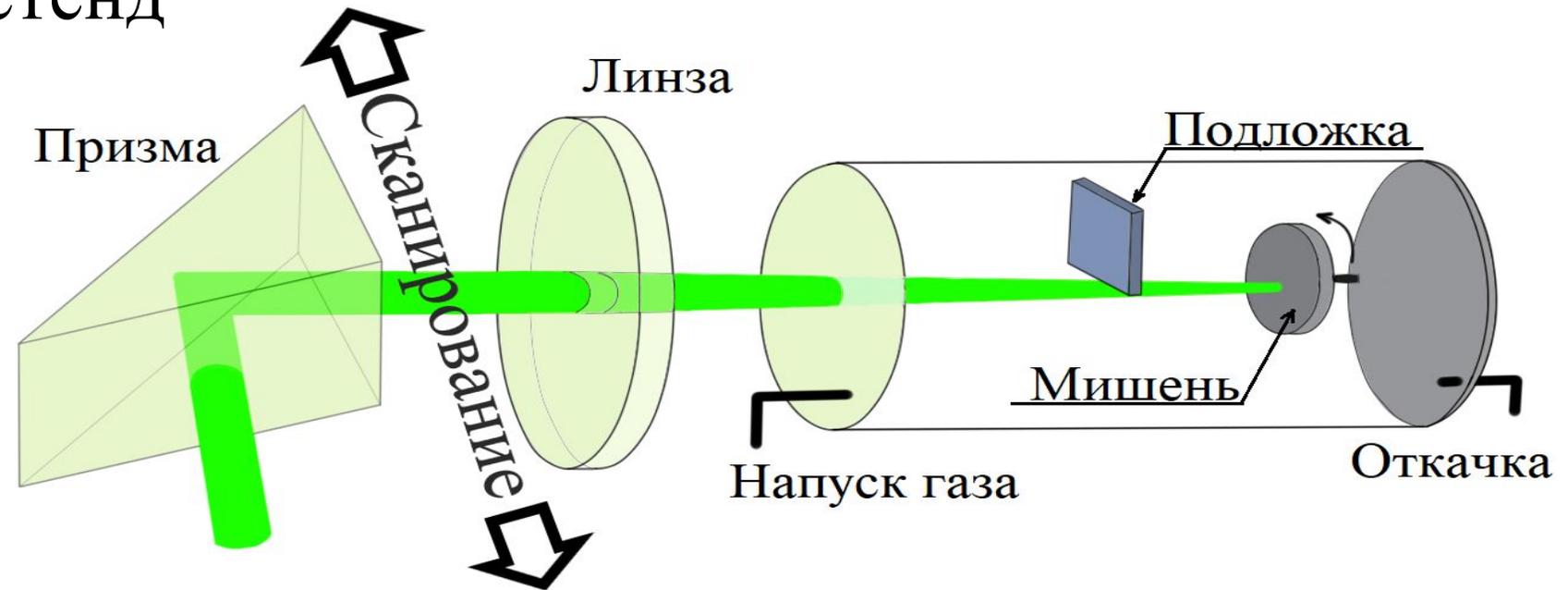
$P = 2 - 30$ Па

$T = 25-600$ °С

Фоновые газы: **Ar, Air, O₂**

Материал мишени: **Au, Ag, Si**

Материал подложки: **Si, Кварц**

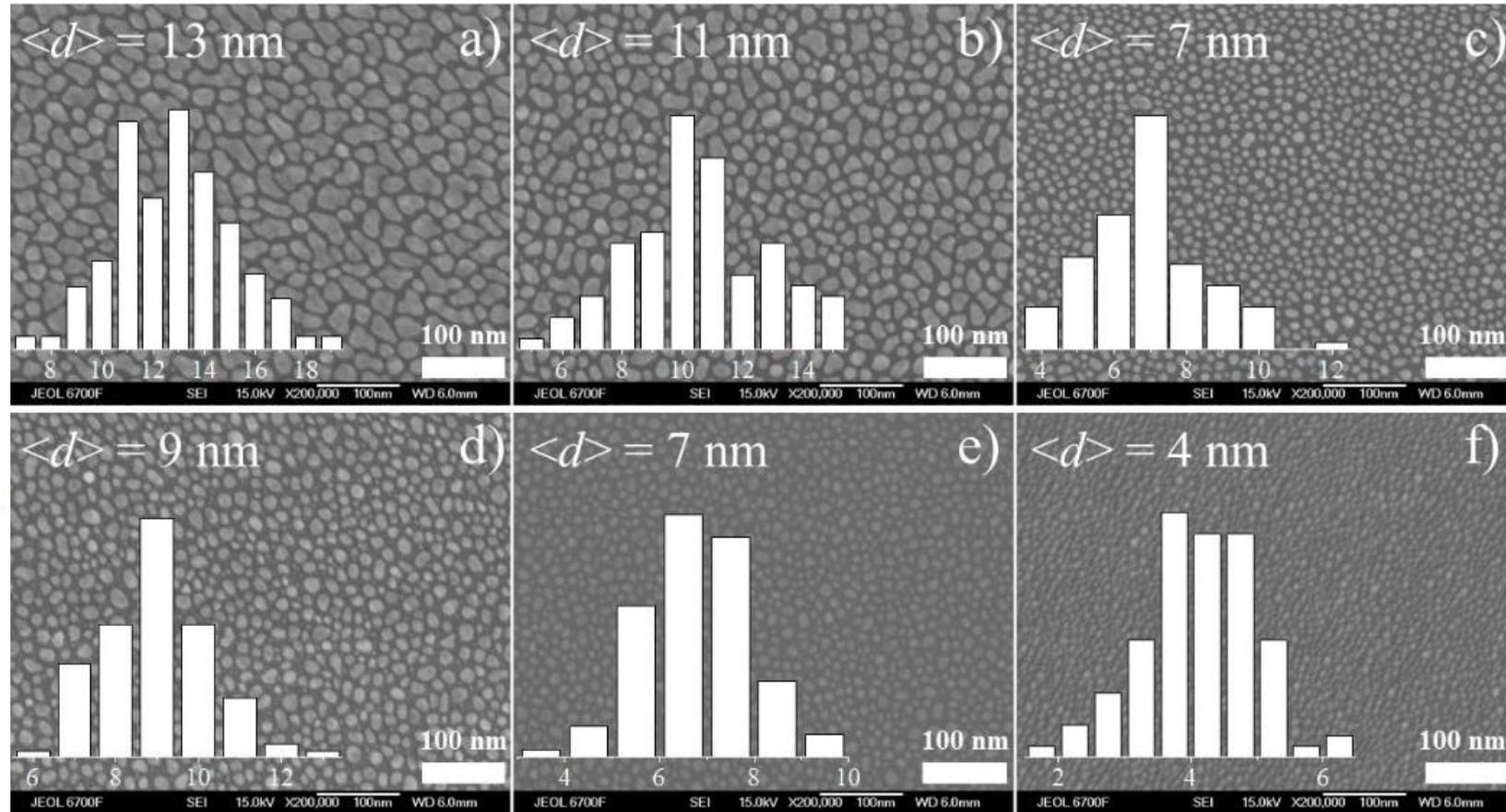
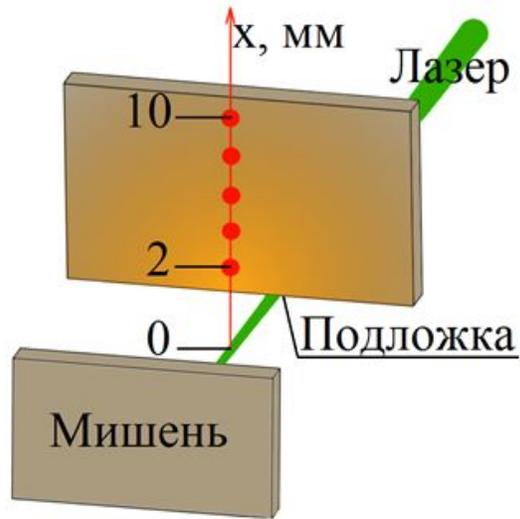


$L_{m-n} = 20$ мм – расстояние мишень-подложка

Конструкция установки позволяла производить контролируемый напуск газа

Минимальное фоновое давление воздуха в камере составляло 2 Па

Синтез наночастиц благородных металлов



Ag
 $N = 5000$
 $T = 250 \text{ }^\circ\text{C}$

Au
 $N = 1500$
 $T = 500 \text{ }^\circ\text{C}$

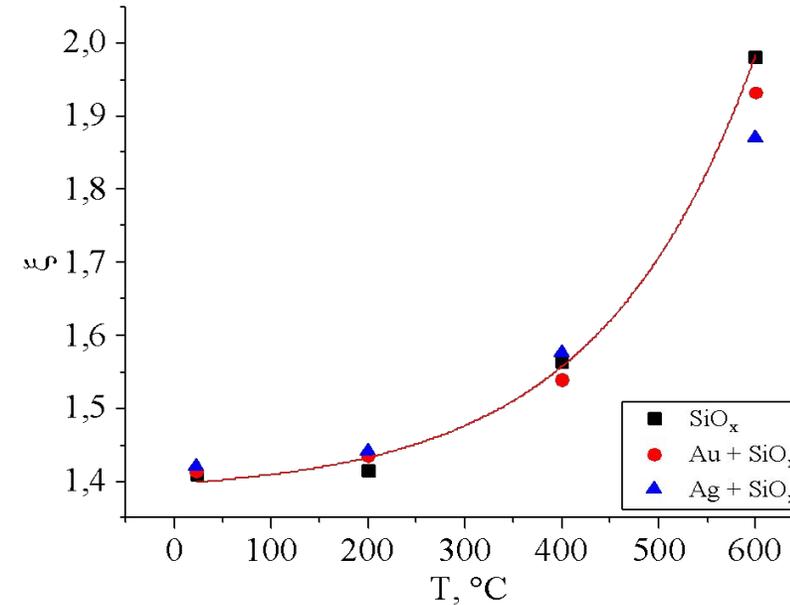
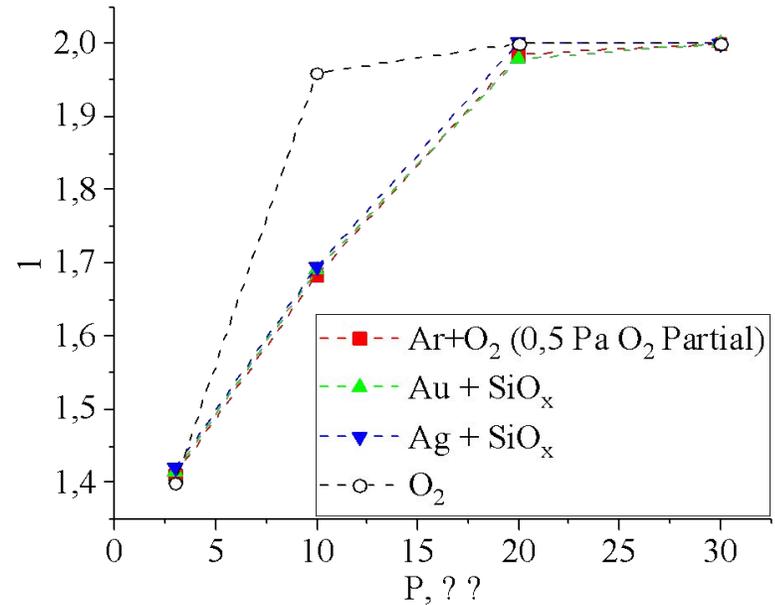
1 мм

4 мм

8 мм

Получен режим для синтеза наночастиц Au и Ag равного размера

Результаты определения степени окисления пленок



- С ростом давления фонового газа, при постоянном парциальном давлении кислорода, происходит повышение степени окисления синтезируемых пленок
- Наличие на поверхности подложки наночастиц Au и Ag слабо влияет на степень окисления пленок
- Преимущественное окисление продуктов абляции происходит на этапе разлета лазерного факела, а не на поверхности подложки

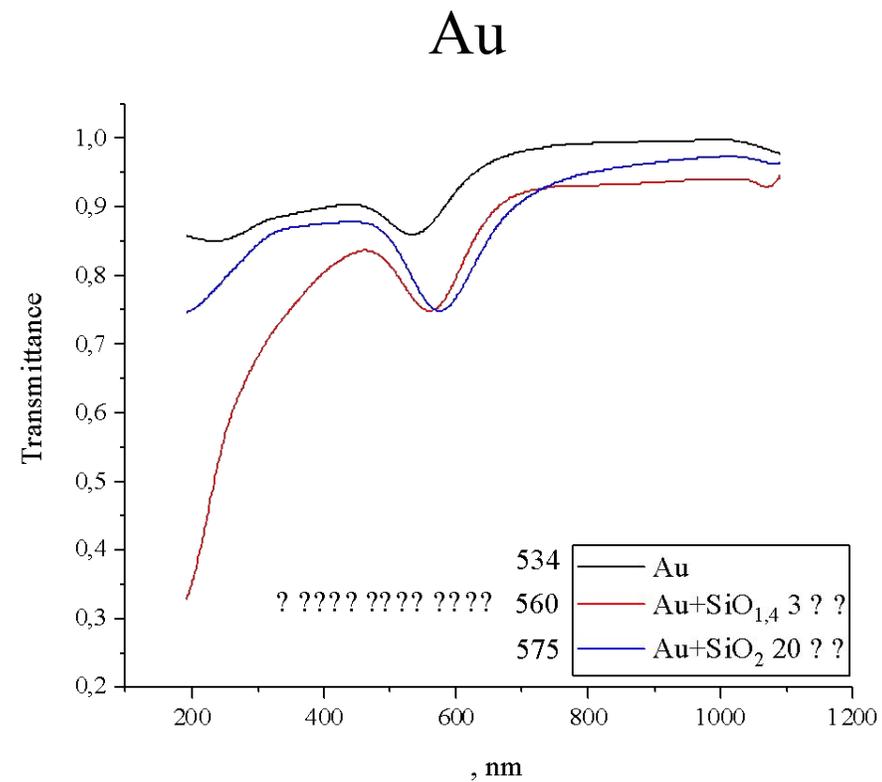
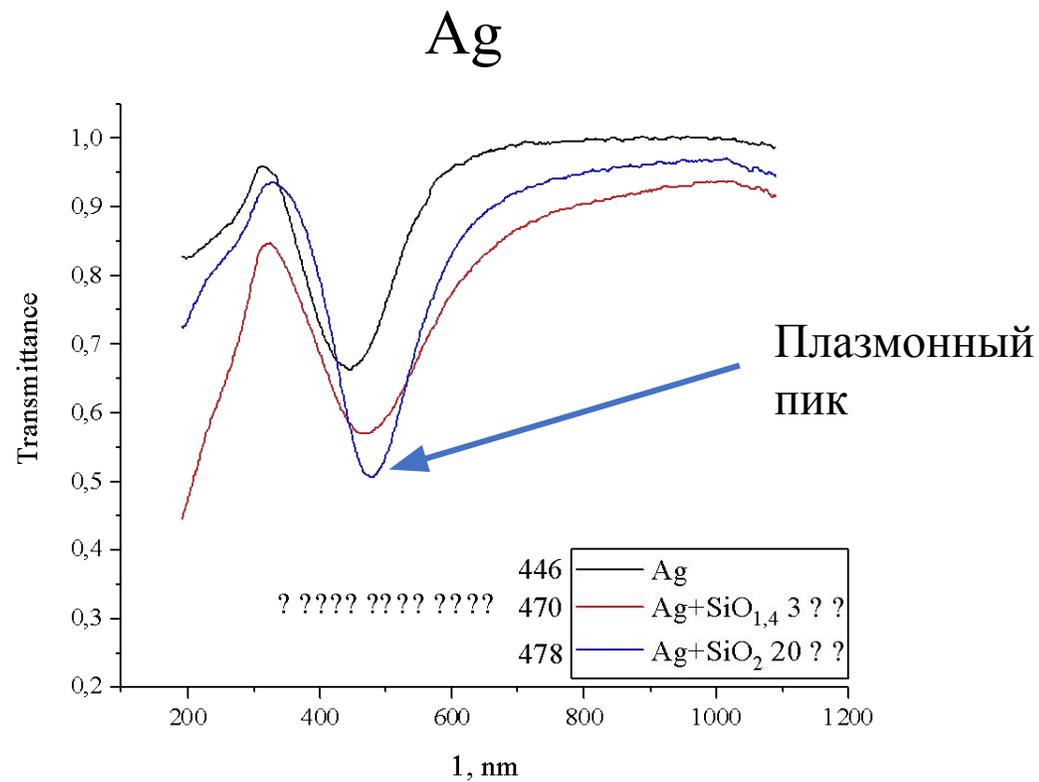
[1] S. Trusso // Laser and Particle Beams, 23, 149-153, 2005

[2] E. Fazio // J. Vac. Sci. Technol., 23, 2005

[3] P. Werner // Int. J. Mat. Res., 98, 2007

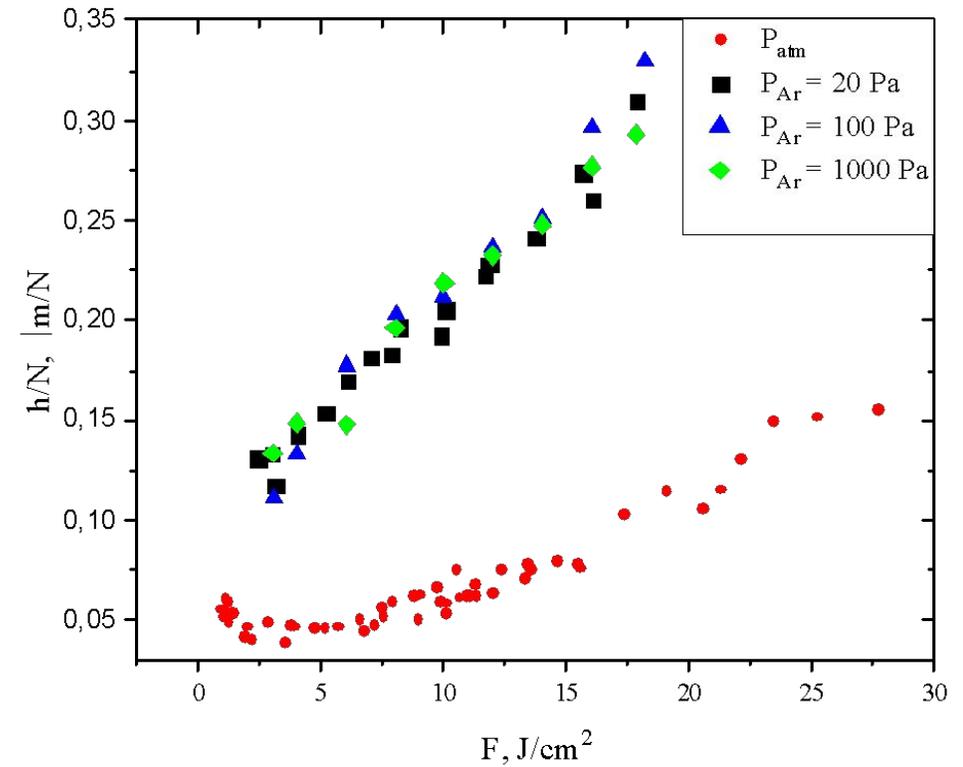
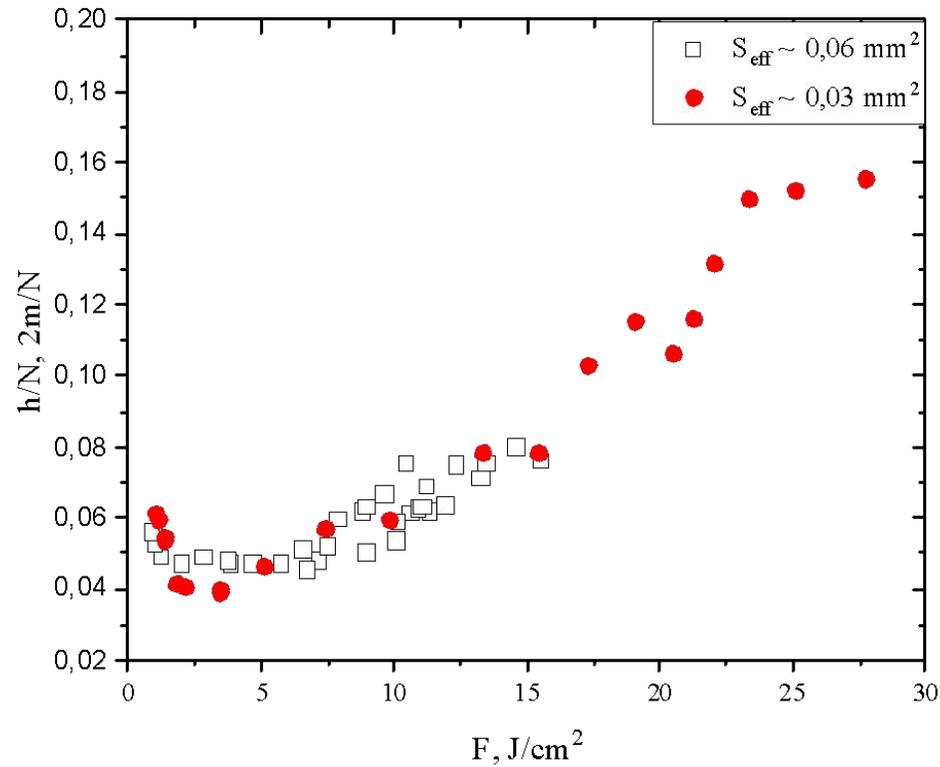
[4] A. O. Zamchiy // Technical Physics Letters, 46, 827-830, 2020

Результаты оптического анализа



- Повышение степени окисления приводит к смещению пика вправо
- Результаты обсуждаются

Лазерное сверление кремния



Наблюдается немонотонная зависимость отношения толщины мишени к числу импульсов необходимых для её пробития от плотности энергии лазерного излучения.

В разреженном газе эффективность сверления повышается

Выводы

- Наночастицы благородных металлов слабо влияют на степень окисления пленки, осажденной на их поверхность методом ИЛА
- Предполагается контролировать положение плазмонного пика путем нанесения пленок субоксида кремния на поверхность наночастиц благородных металлов
- Преимущественное окисление продуктов абляции происходит на этапе разлета лазерного факела, а не на поверхности подложки
- С понижением фонового давления эффективность лазерного сверления повышается

Спасибо за внимание