УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Кафедра Лазерных технологий и систем

Лазерно-индуцированное формирование наночастиц из ультратонких пленок металлов

Автор: студент Аминов И.Р.

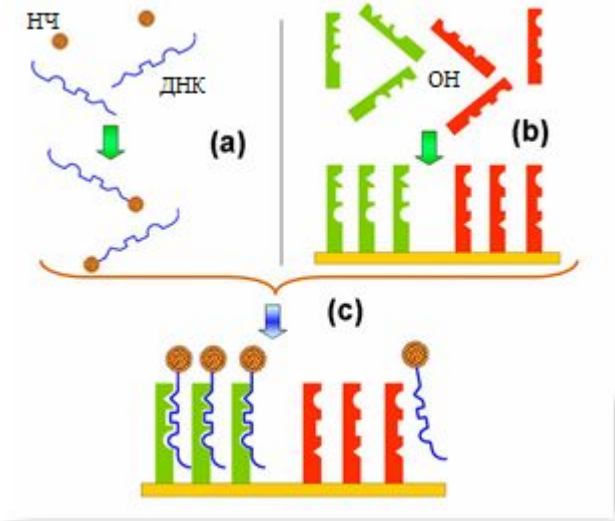
Научный руководитель: к.т.н. Агеев Э.И.

Санкт-Петербург, 2016 г.

Примеры применения наночастиц благородных металлов

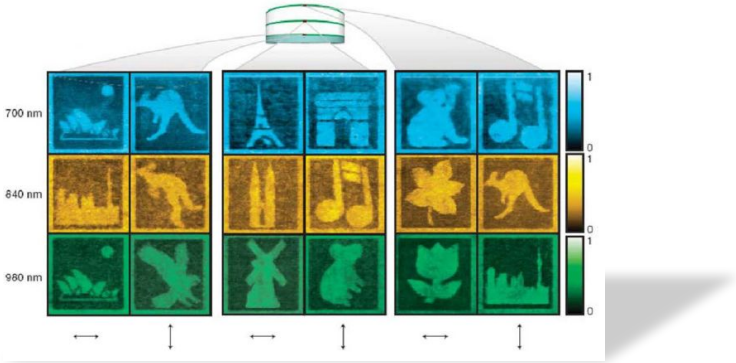
Биомедицина:

Маркировка ДНК металлическими наночастицами.



Информационные Технологии:

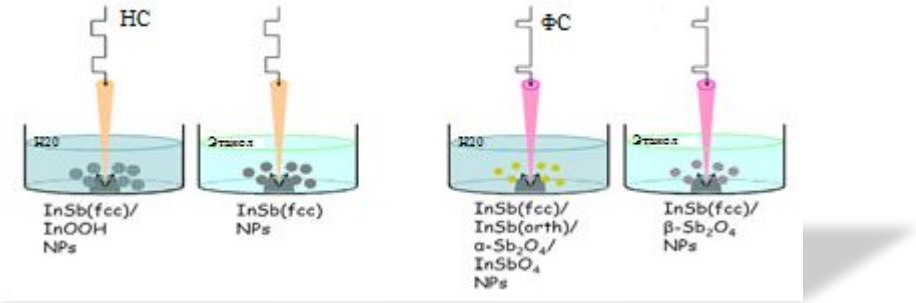
Изображения, записанные воздействием лазерного излучения на золотые наностержни.



[1] Garcia, M. A. Surface plasmons in metallic nanoparticles: fundamentals and applications / M.A. Garcia // J. Phys. D. Appl. Phys. – 2011. – V. 44. – P. 283001.

Некоторые методы синтезирования наночастиц металлов

Синтез наночастиц из сыпучих материалов при помощи абляции в жидкости.



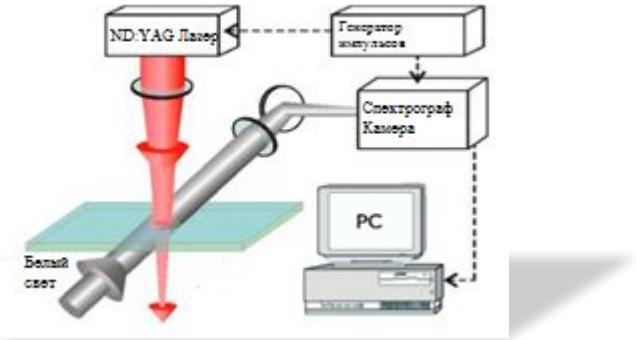


Схема эксперимента по получения металлических наночастиц в силикатном стекле, легированным ионами серебра

Semaltianos, N.G. NS or FS pulsed laser ablation of a bulk InSb target in liquids for nanoparticles synthesis // Journal for Colloid and Interface Science. – 2016. – Vol. 469. – PP 57-62.
Wolak, A. Nanosecond infrared laser-induced precipitation of silver nanoparticles in glass // Photonics letters of Poland -2013- Vol. 5(2) – P. 54-56

Цель

- Исследование особенностей формирования наночастиц серебра на поверхности стекла из тонких плёнок за счёт плавления и испарения в воздушной атмосфере при воздействии лазерного излучения УФ диапазона.

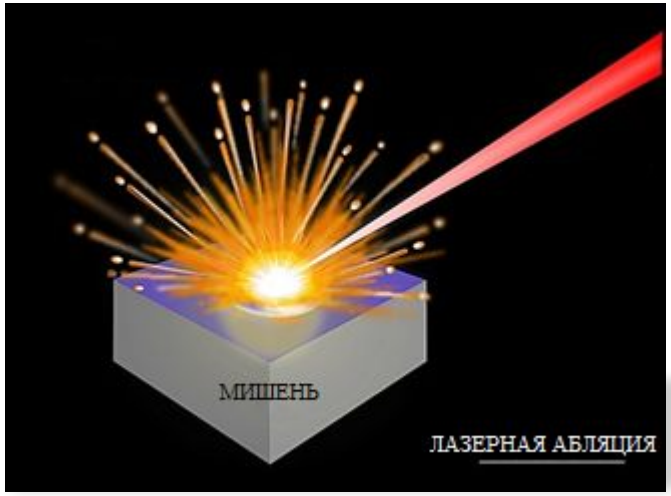
Задачи:

- Изучение воздействия лазерного излучения на тонкие плёнки серебра на стеклянной подложке.
- Исследование механизмов синтезирования наночастиц серебра в атмосферной среде за счёт плавления и испарения.
- Исследование спектральных характеристик, морфологии и пространственного распределения наночастиц серебра.

Лазерное формирование наночастиц из тонких плёнок металлов

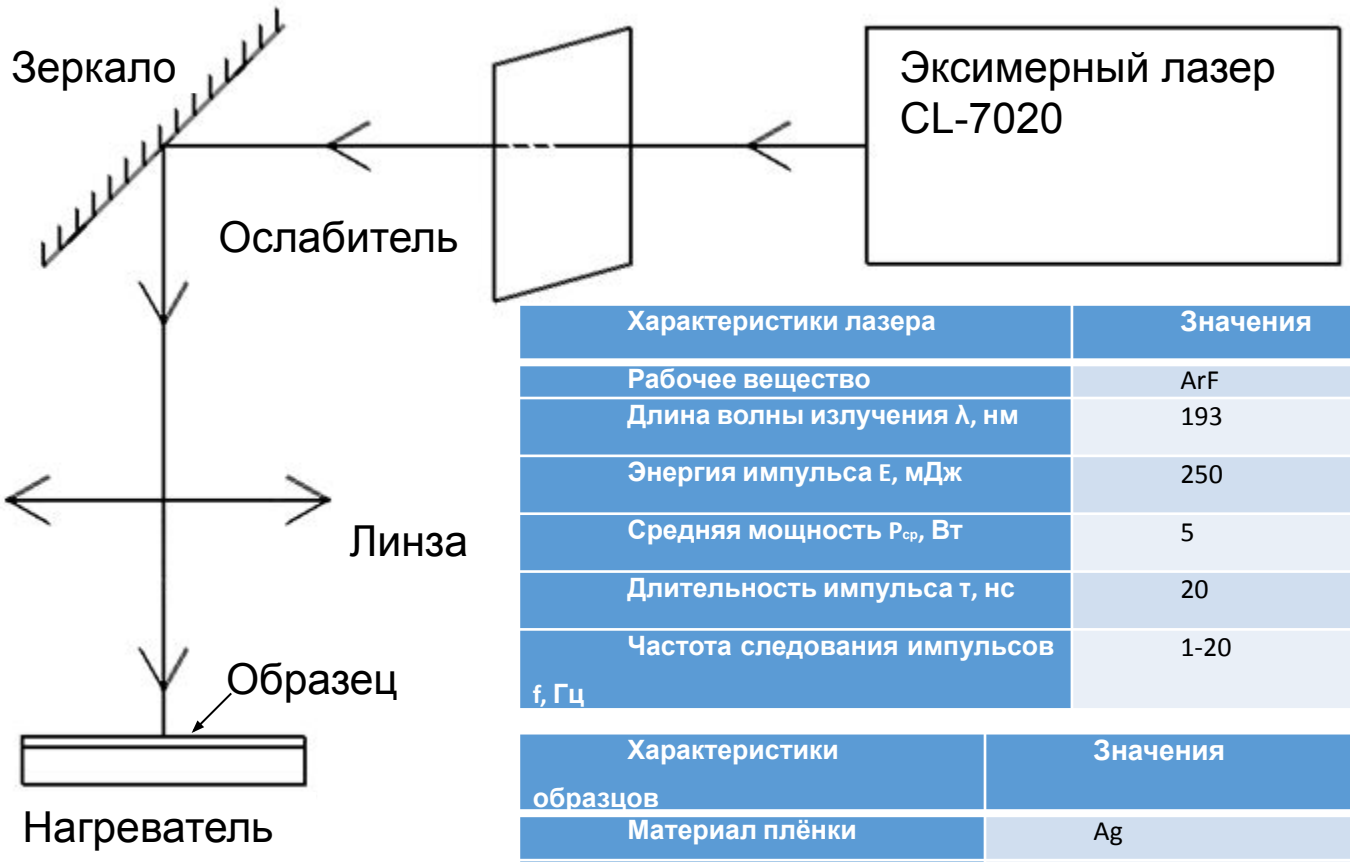
Механизмы:

Абляция



Плавление

Схема установки



Характеристики лазера	Значения
Рабочее вещество	ArF
Длина волны излучения λ, нм	193
Энергия импульса E, мДж	250
Средняя мощность $P_{ср}$, Вт	5
Длительность импульса τ, нс	20
Частота следования импульсов f, Гц	1-20

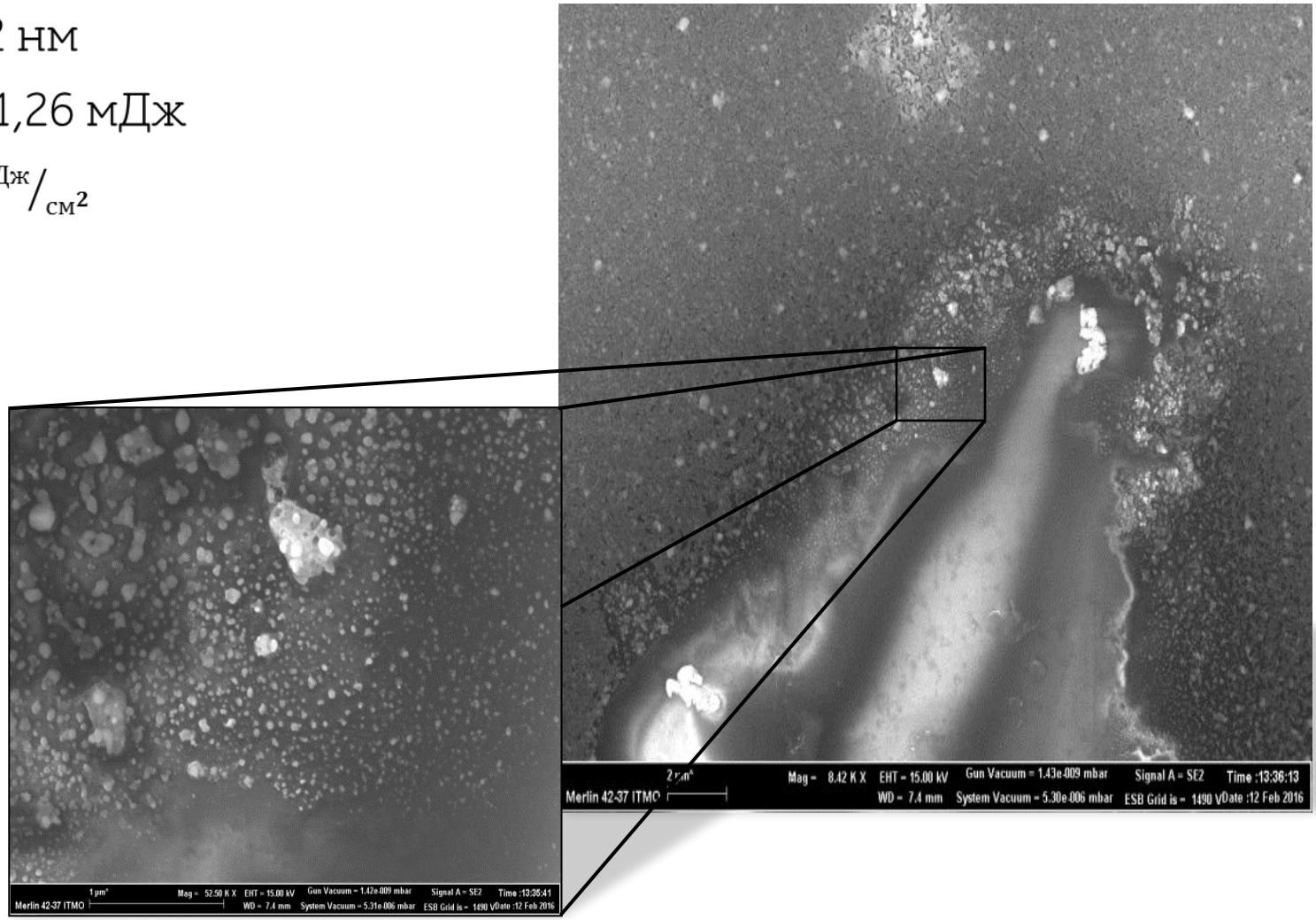
Характеристики образцов	Значения
Материал плёнки	Ag
Толщина плёнки, нм	62, 82 и 175
Материал подложки	Стекло К8
Метод напыления	магнетронное в атмосфере аргона
Температура плавления Ag	962 °C
Температура кипения Ag	2162 °C

Метод абляции.

h=82,2 нм

$E_{имп}$= 1,26 мДж

F=18 $^{мДж}/_{см^2}$

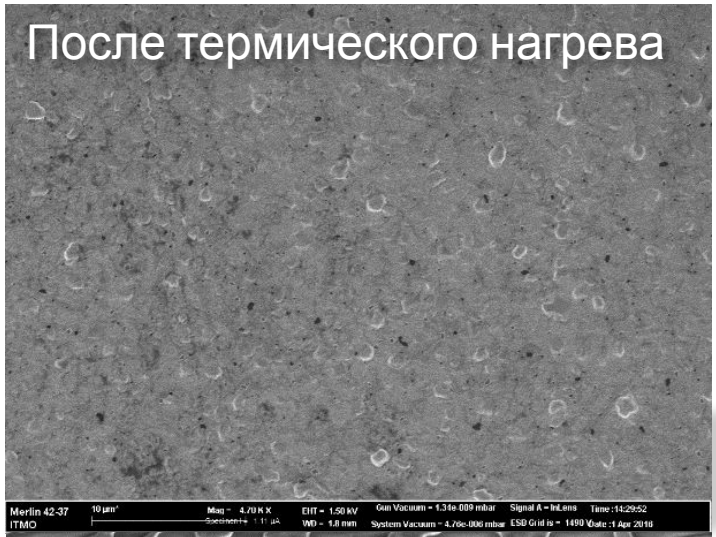


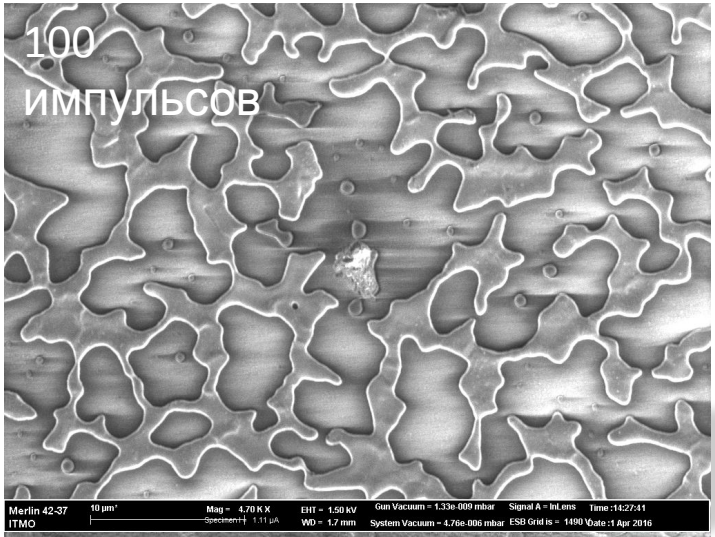
СЭМ изображения серебрянной плёнки до и после облучения

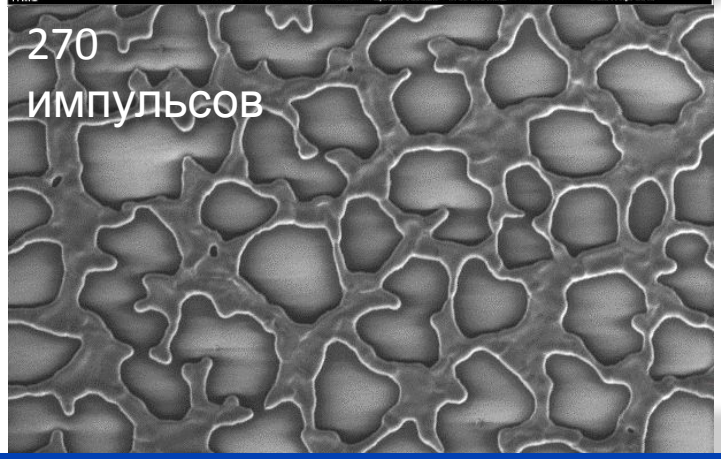
Температура исследуемого образца 220 °С. $E_{имп}$= 10,2 мДж; F= 84 $^{мДж}/_{см^2}$

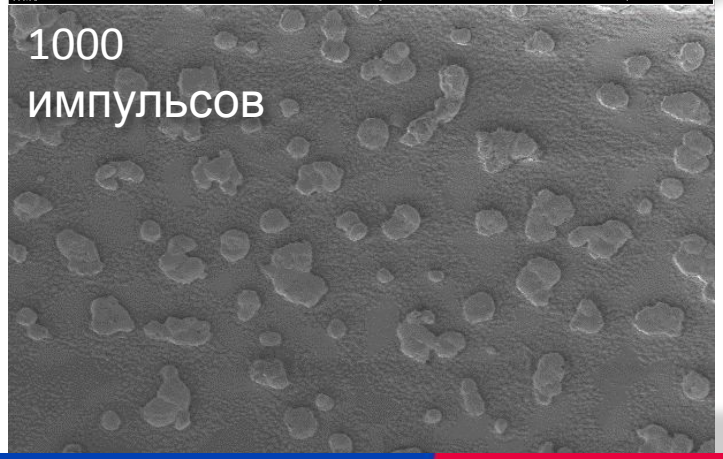
10 мкм

f=20 Гц; h=175 нм







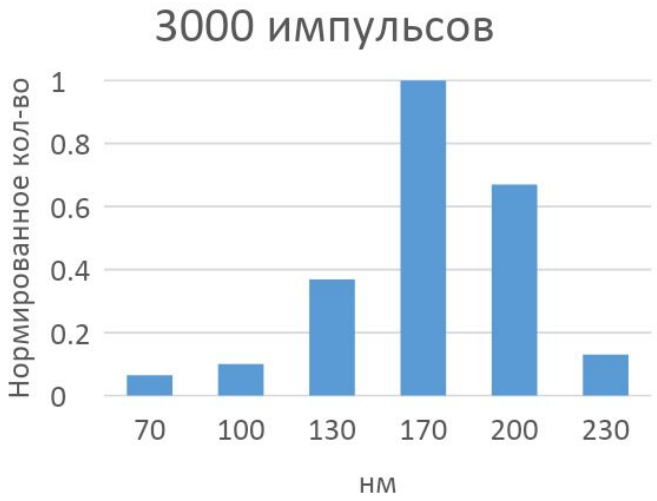


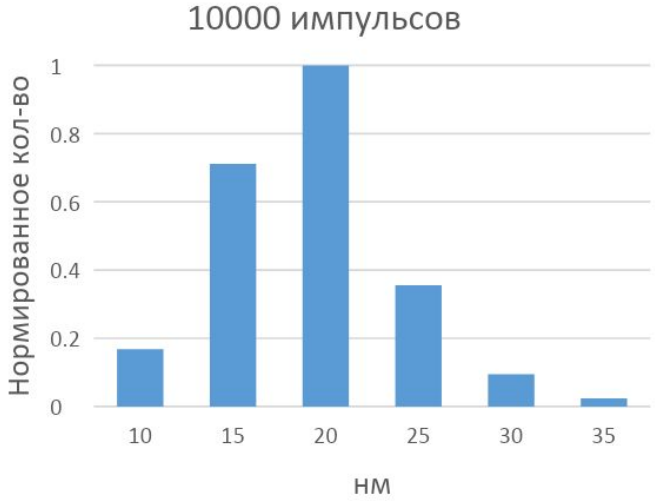
СЭМ изображения серебрянной плёнки до и после облучения

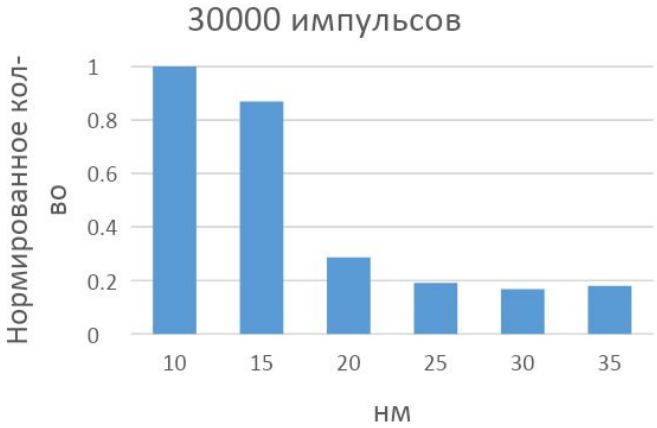
Температура исследуемого образца 220 °С. $E_{имп}$= 10,2 мДж. F= 84 $^{мДж}/_{см^2}$

10 мкм

f=20 Гц; h=175 нм





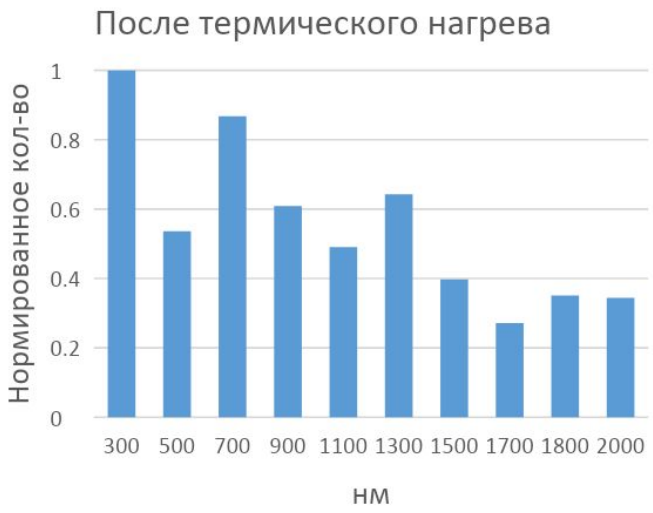


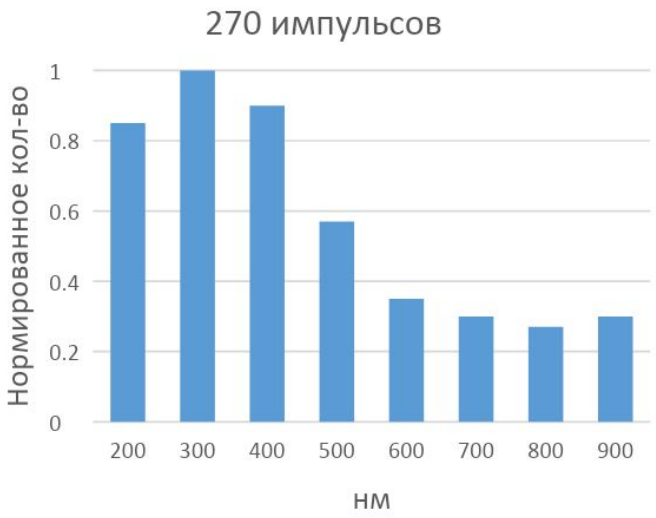
СЭМ изображения серебрянной плёнки до и после облучения

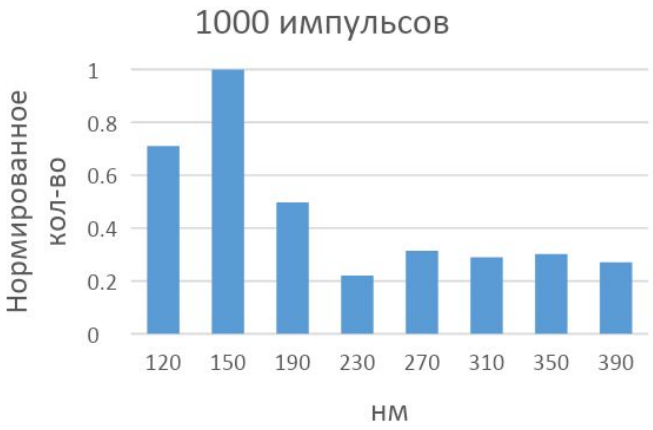
Температура исследуемого образца 220 °С. $E_{имп}$= 10,2 мДж. F= 84 $^{мДж}/_{см^2}$

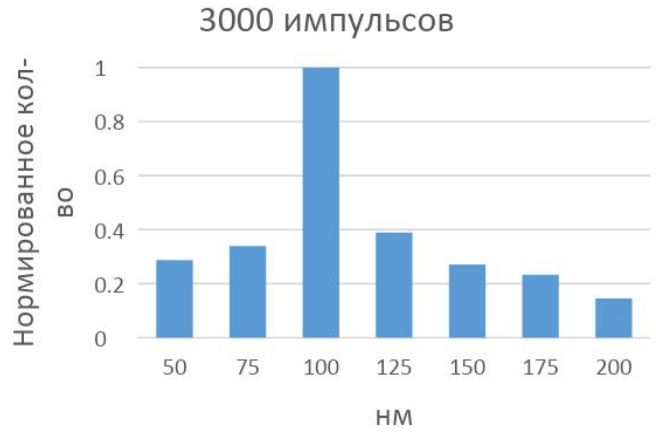
2 мкм

f=20 Гц; h=62 нм







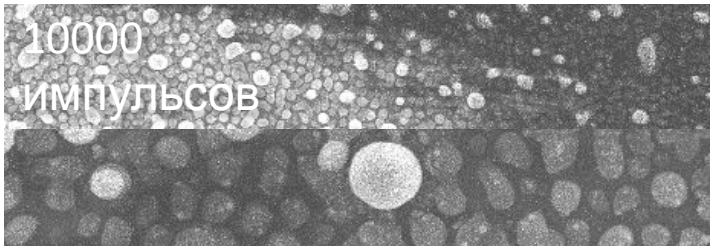


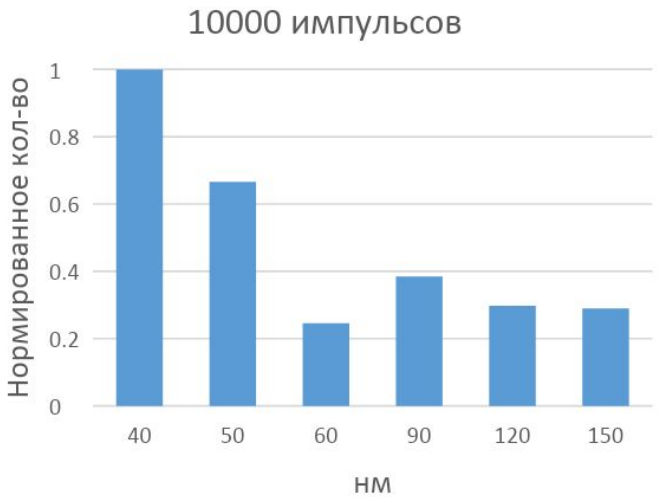
СЭМ изображения серебрянной плёнки до и после облучения

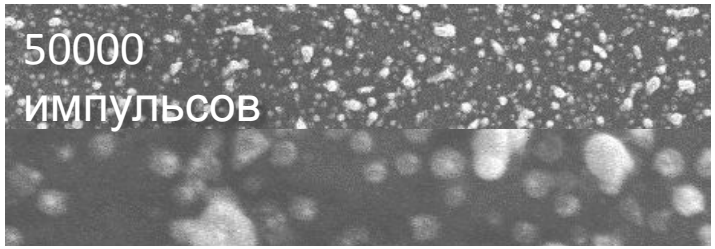
Температура исследуемого образца 220 °С. $E_{имп}$= 10,2 мДж. F= 84 $^{мДж}/_{см^2}$

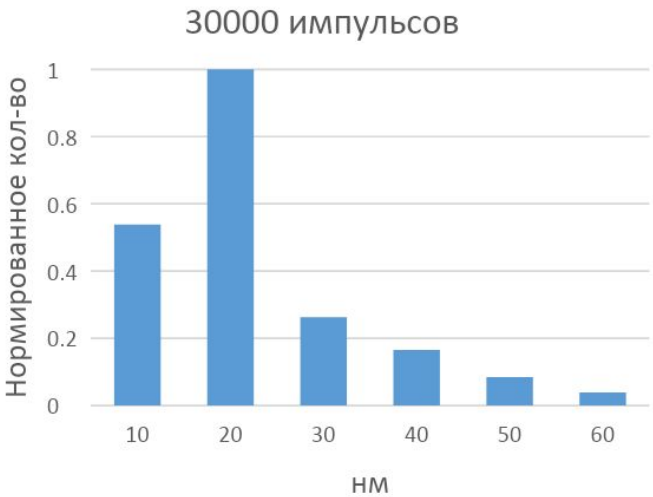
2 мкм

f=20 Гц; h=62 нм

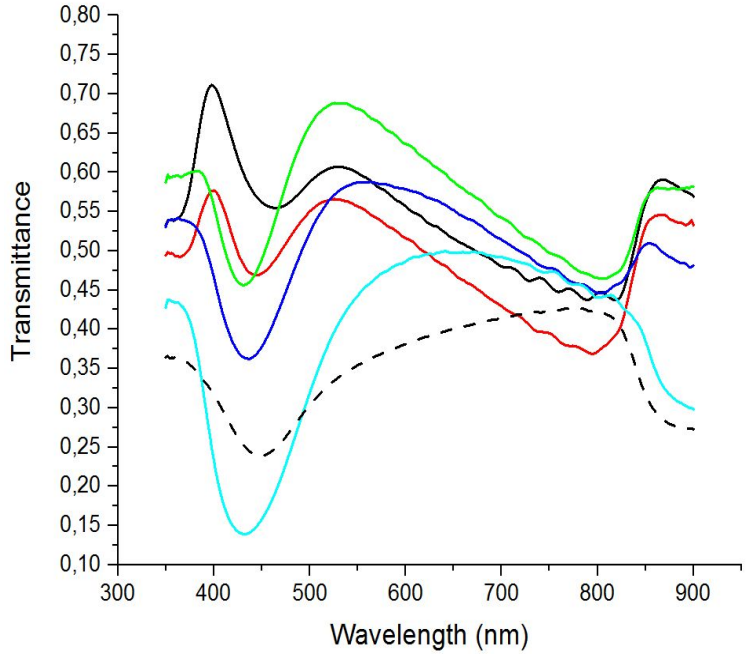




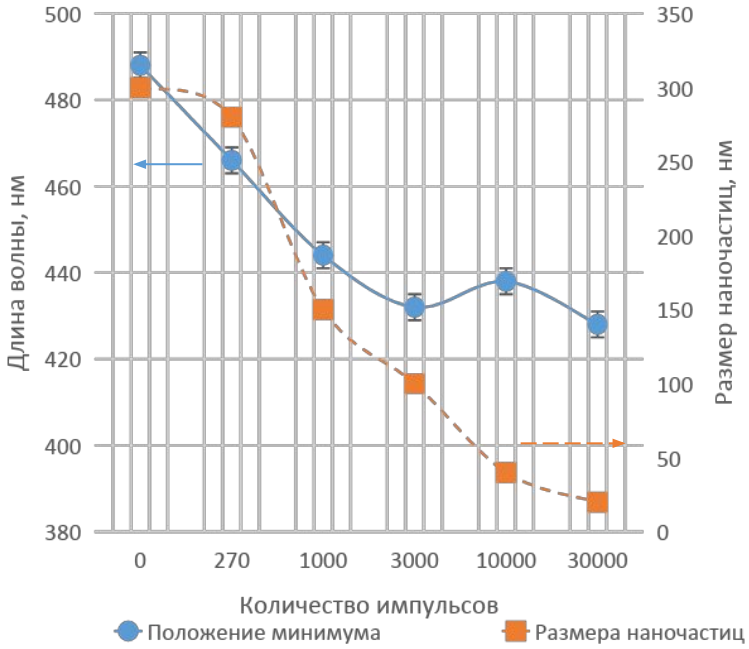




Спектр пропускания наночастиц из плёнки 62 нм.

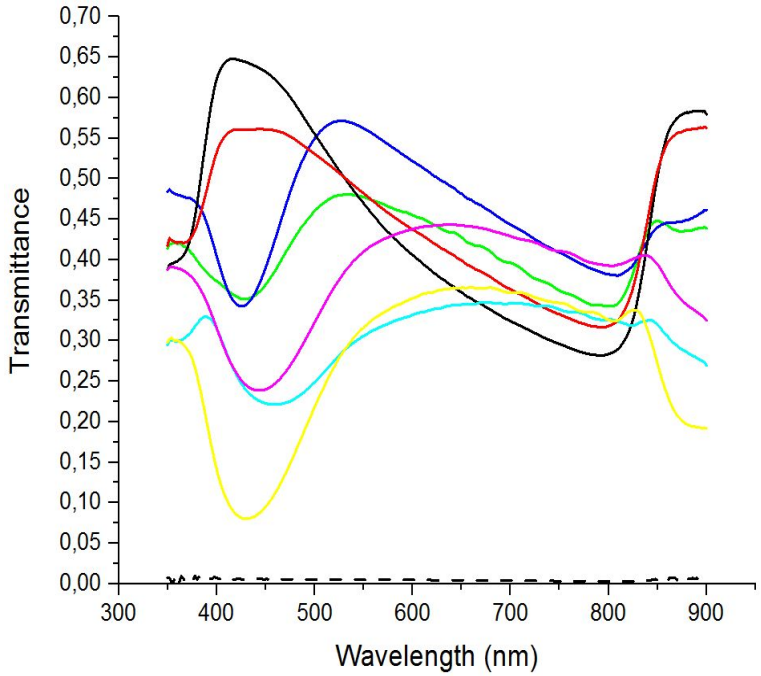


Чёрная – 270, красная – 1000, жёлтая - 3000 синяя – 10000, голубая – 30000, штриховая – исходная.

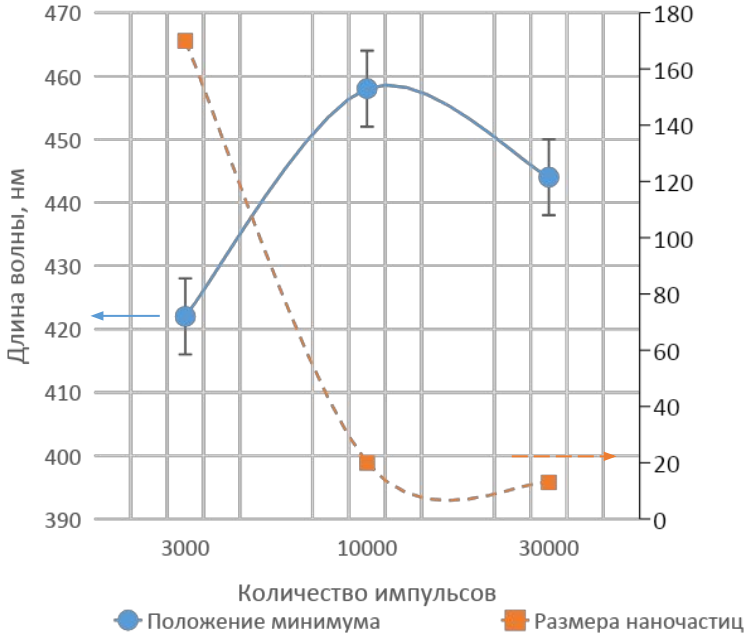


Зависимость положения минимума спектра пропускания и размера наночастиц от количества импульсов

Спектр пропускания наночастиц из плёнки 175 нм.



Чёрная – 100, красная – 270, зеленая – 1000, синяя – 3000, голубая – 10000, розовая – 30000, жёлтая – 50000, штриховая – исходная.



Зависимость положения минимума спектра пропускания и размера наночастиц от количества импульсов

Вывод

- Были получены наночастицы серебра при плавлении и абляции плёнок нанометровой толщины под действием лазерного излучения УФ диапазона.
- Наночастицы образуются из расплава плёнки вследствие эффекта несмачивания, их размер определяется количеством импульсов облучения.
- В случае абляции наночастицы образуются по краям зоны воздействия при конденсации из парогазовой фазы.
- Спектральные характеристики пропускания полученных наночастиц, в диапазоне 420-490 нм, демонстрируют плазмонный резонанс, положение минимума которого смещается в коротковолновую область с уменьшением размера наночастиц.

- Спасибо за внимание

IT'sMOre than a UNIVERSITY

Вывод

- Исследовано формирование наночастиц серебра из ультратонких плёнок благодаря методу абляции и методу плавления и испарения. Наночастицы полученные за счёт эффекта несмачивания имеют достаточно узкое распределение по размерам.
- Спектральные характеристики пропускания полученных наночастиц, в диапазоне 420-490 нм, демонстрируют плазмонный резонанс, положение минимума которого смещается в коротковолновую область с уменьшением размера наночастиц.