



ITMO UNIVERSITY

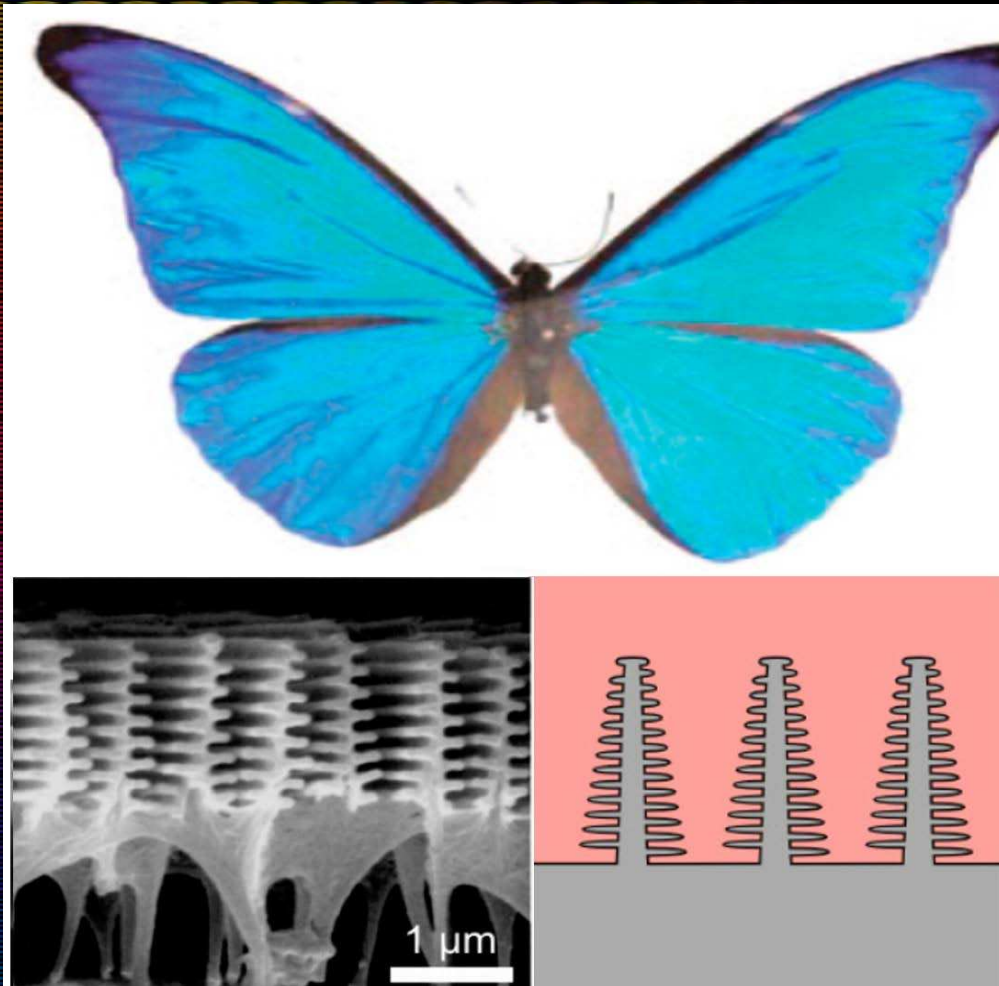


ЛАЗЕРНАЯ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ

Галина Одинцова, к.т.н.,
руководитель проекта «Colorit»,
научный сотрудник, ассистент Университета ИТМО,
г. Санкт-Петербург

В природе каждый живой организм имеет свою **индивидуальную структуру поверхности**, которая обладает определенными свойствами.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ МИКРО- И НАНОСТРУКТУРЫ НА ОБЪЕКТАХ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ

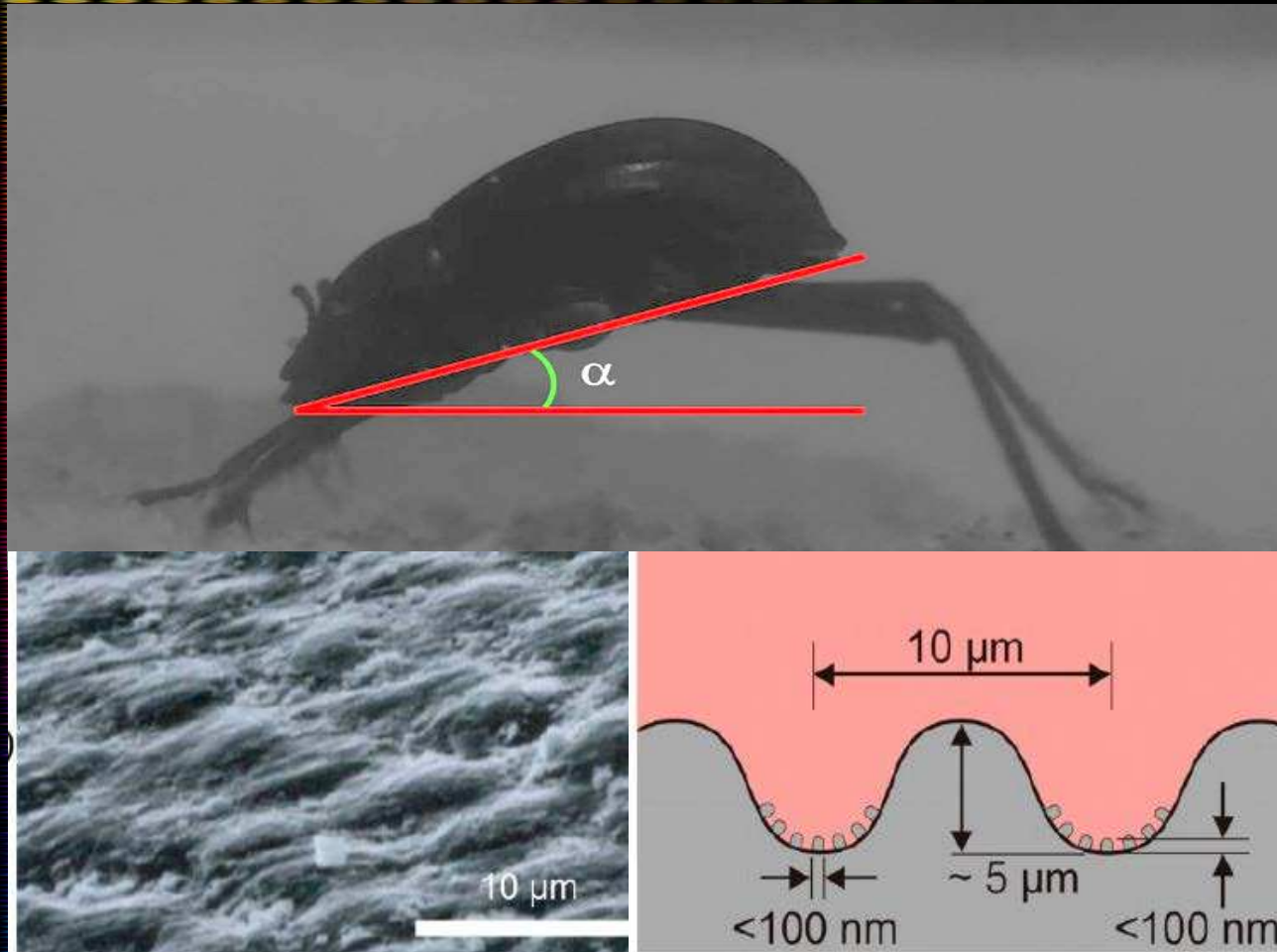


Крылья бабочки Морфо

Двумерная структура в виде «ёлки» на крыльях бабочки «Морфо» делает ее заметной даже на больших расстояниях.

Окрас крыльев связан как с интерференционными эффектами на «стволе» структуры, так и с дифракционными эффектами на «иголках» структуры

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ МИКРО- И НАНОСТРУКТУРЫ НА ОБЪЕКТАХ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ



Жук «Намиб»

Поверхность панциря имеет структуру в виде шипов.

Вода конденсируется на гидрофильной поверхности шипов.

Далее жук встает под углом 20° и вода по гидрофобным желобкам стекает ему в рот.

Возможно ли функционализировать поверхность металлов -
придать **различные свойства**
(смачиваемости, оптические и др.),
сформировав на ней структуры подобные
объектам живой природы?

ИЗМЕНЕНИЕ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК (ЦВЕТА) И БИОСОВМЕСТИМОСТИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ

За счет изменения химического состава и морфологии поверхности металлов

ПРЕИМУЩЕСТВА ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

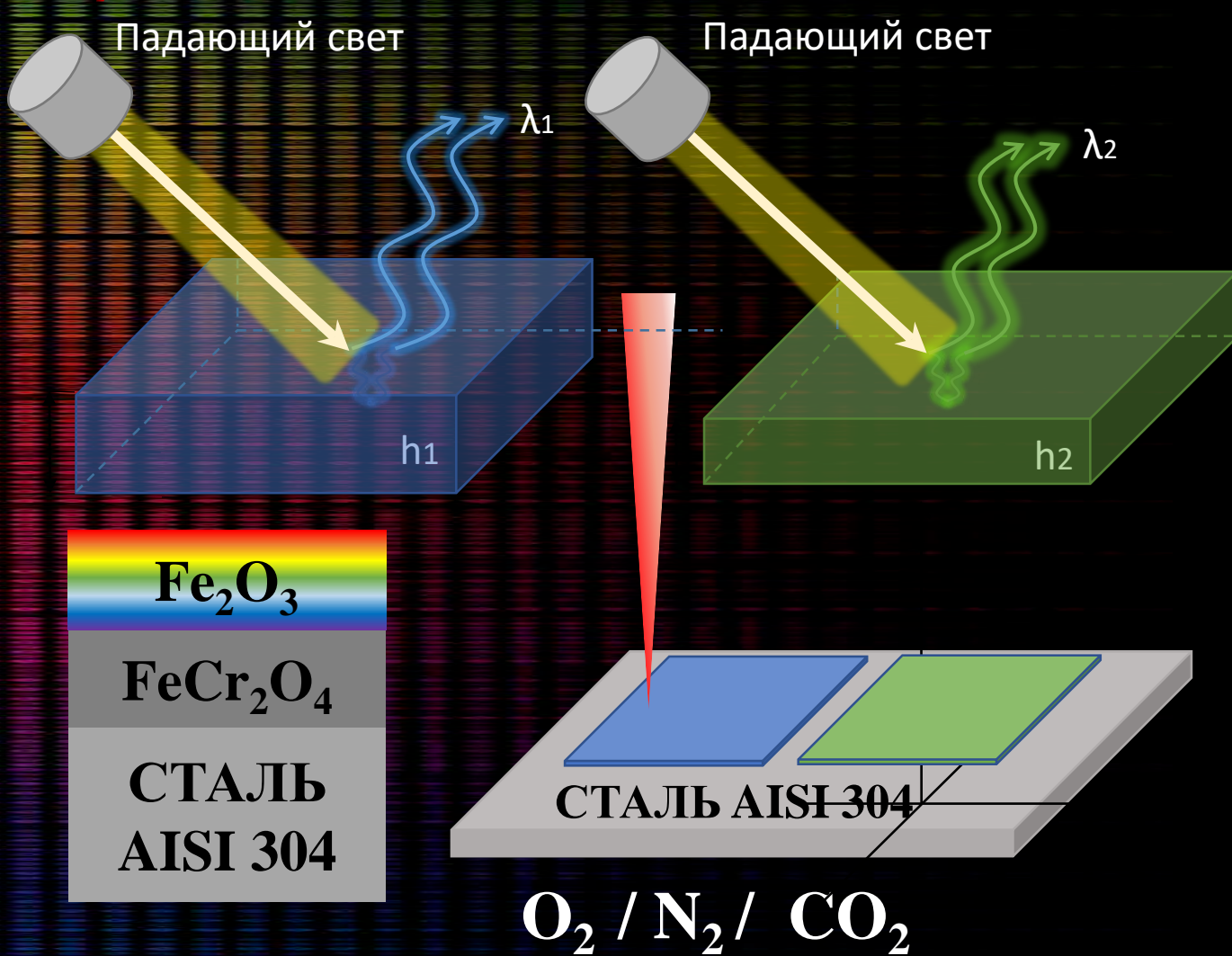
- ✓ прецизионность обработки;
- ✓ одноэтапный технологический процесс обработки;
- ✓ отсутствие расходных материалов;
- ✓ без использования токсичных материалов обработки;
- ✓ упорядоченный микрорельеф и нанорельеф.



Широко используемая в промышленности лазерная установка МиниМаркер - 2 на базе волоконного иттербиевого лазера

Управление цветом
(колориметрическими характеристиками)
поверхности металлов
за счет лазерного формирования
«структурных» цветов на их поверхности

1) ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА В ТОНКОЙ ПЛЕНКЕ



ЭКОЛОГИЧНОСТЬ



ОТСУТСТВИЕ
РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ



ВЫСОКОЕ РАЗРЕШЕНИЕ
> 450 dpi



ВЫСОКАЯ СТОЙКОСТЬ
ПОКРЫТИЯ ПРИ СОБЛЮДЕНИИ
УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ*



ВЫСОКАЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

2 см²/мин при толщине изделия более 2 мм

*Оксидное покрытие на титане не должно взаимодействовать с щелочью.

Оксидное покрытие на стали не должно взаимодействовать с кислотами и использоваться при температурах выше 40° и влажности более 70%



АВТОМАТИЗАЦИЯ НАНЕСЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

1 ШАГ

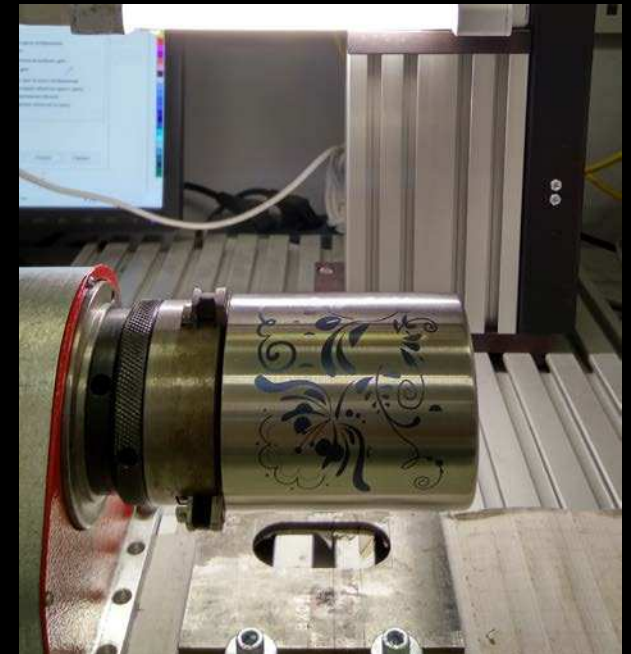
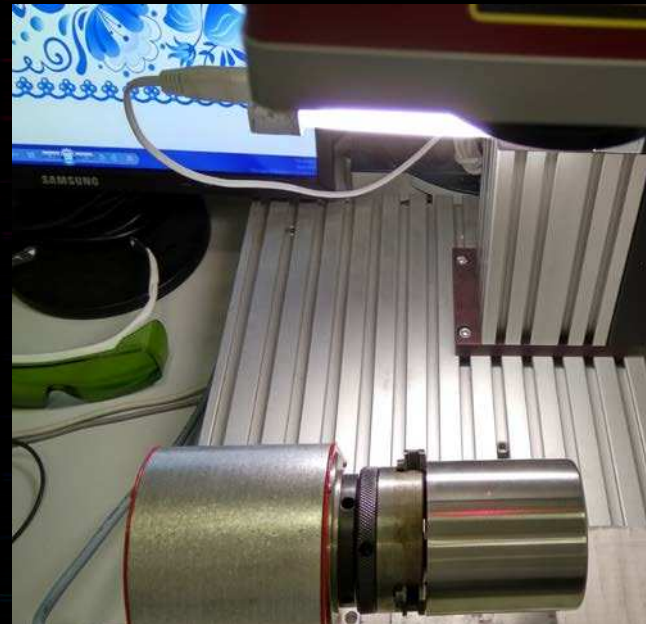
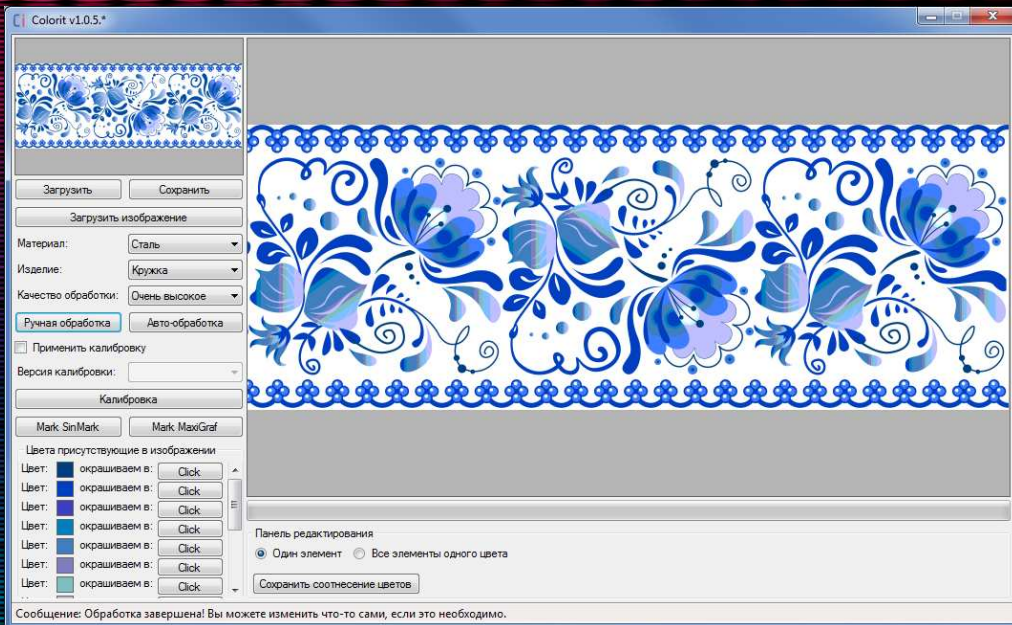
Подготовка изображения

2 ШАГ

Установка изделия

3 ШАГ

Маркировка



ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗДЕЛИЯ

МЕДИЦИНА



Титановый абатмент,
ООО «Техник+»

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ



Корпус электронной
сигареты

СУВЕНИРНАЯ ПРОДУКЦИЯ



Травматологический имплант
ООО «Имплант»



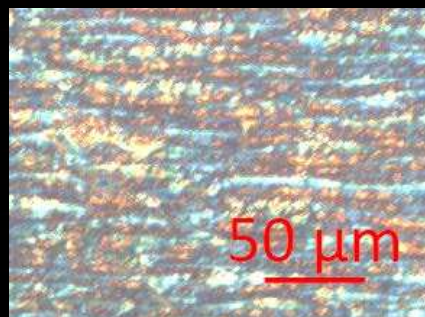
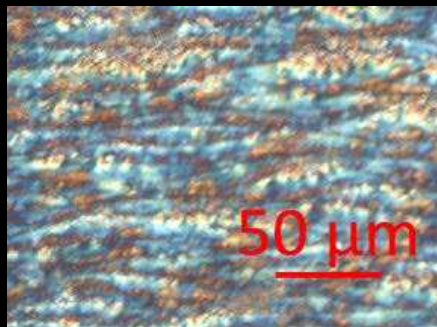
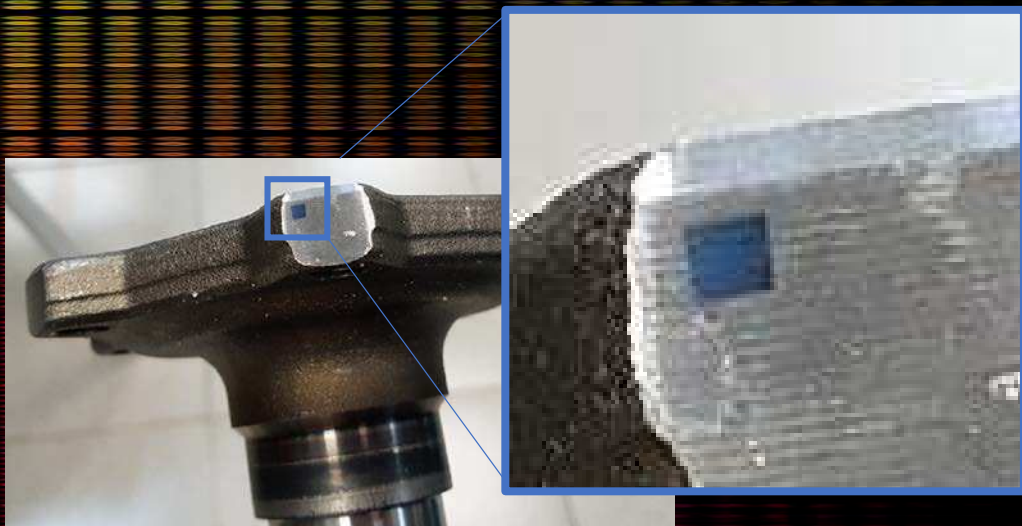
Пуговицы

ИСКУССТВО



ЗАЩИТА ОТ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ИЗДЕЛИЯ

1 ШАГ - Нанесение защитной метки 2x2мм²



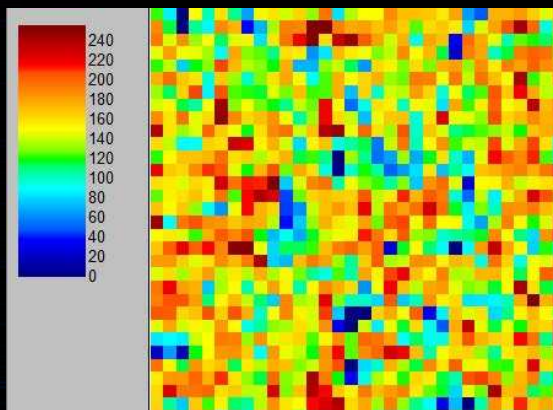
2 ШАГ

Считывание защитной метки



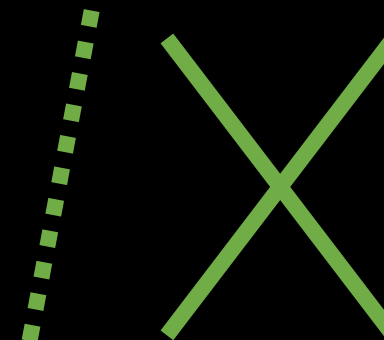
3 ШАГ - Занесение данных метки в базу данных и присвоение ей номера

10¹⁹ комбинаций
более 1000 образцов

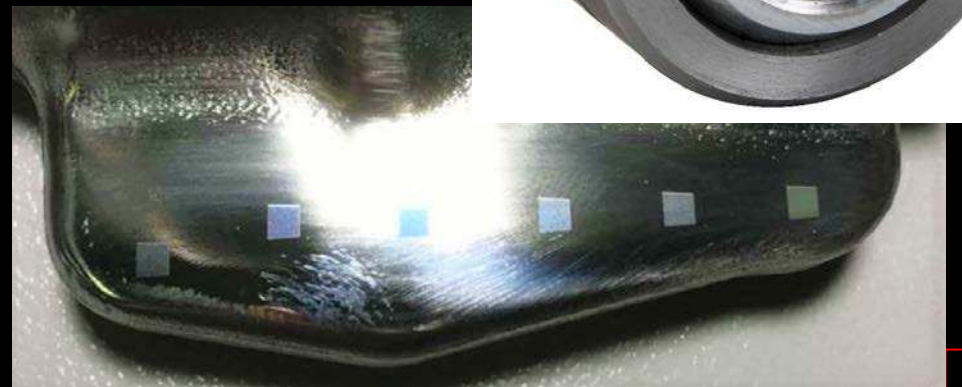


4 ШАГ

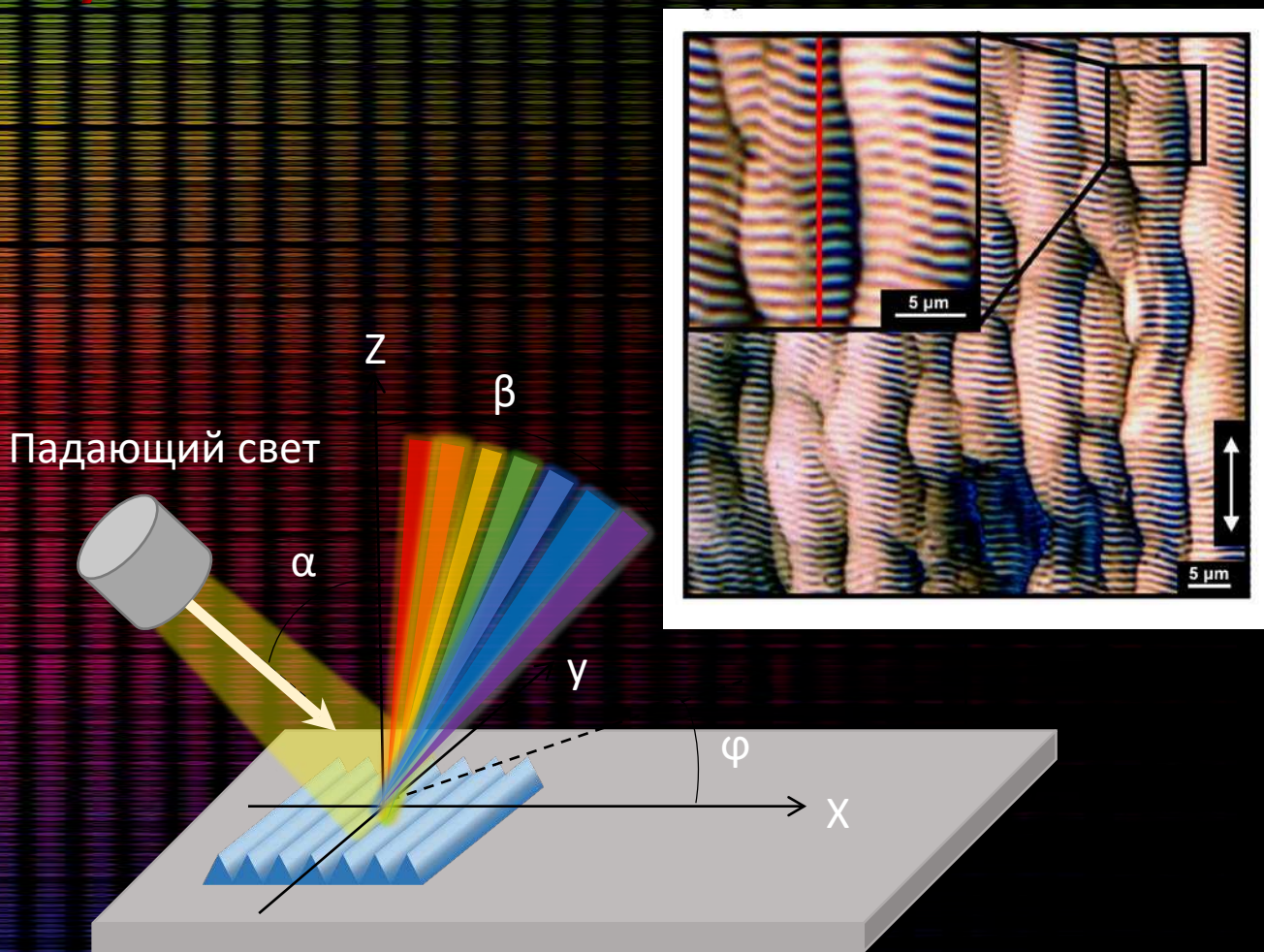
Проверка подлинности изделия



ЗАЩИТА ОТ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ИЗДЕЛИЯ



2) ДИФРАКЦИЯ СВЕТА НА РЕШЕТКЕ



ЭКОЛОГИЧНОСТЬ



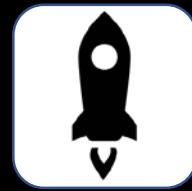
ОТСУТСТВИЕ
РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ



ВЫСОКОЕ РАЗРЕШЕНИЕ
> 450 dpi



ВЫСОКАЯ СТОЙКОСТЬ
ПОКРЫТИЯ ПРИ СОБЛЮДЕНИИ
УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ*



ВЫСОКАЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

2 см²/мин при толщине изделия более 2 мм

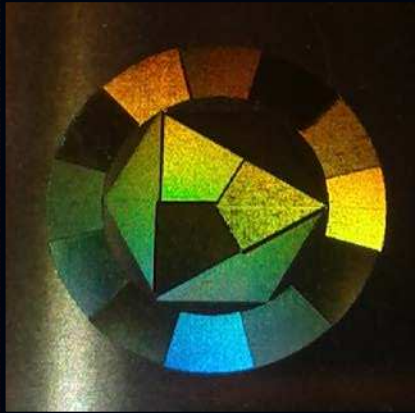


ПОВЕРХНОСТЬ ИЗДЕЛИЯ ДОЛЖНА БЫТЬ ОТПОЛИРОВАНА

ЗАЩИТА ОТ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ИЗДЕЛИЯ

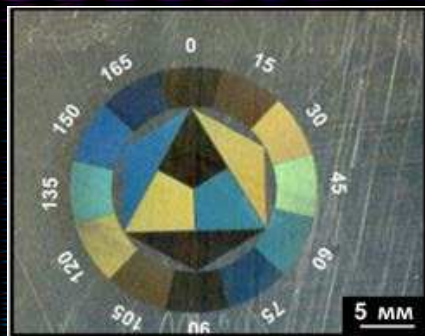
1 ШАГ

Нанесение защитной метки



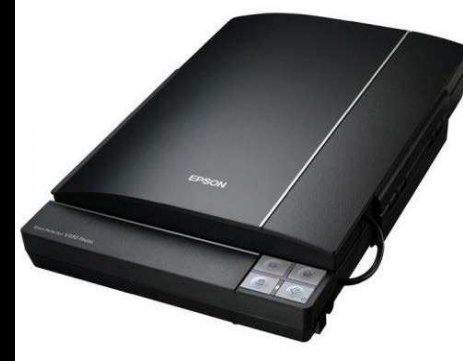
3 ШАГ

Занесение данных метки в базу данных и присвоение ей номера



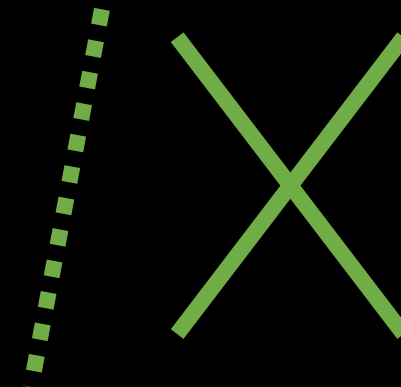
2 ШАГ

Считывание защитной метки



4 ШАГ

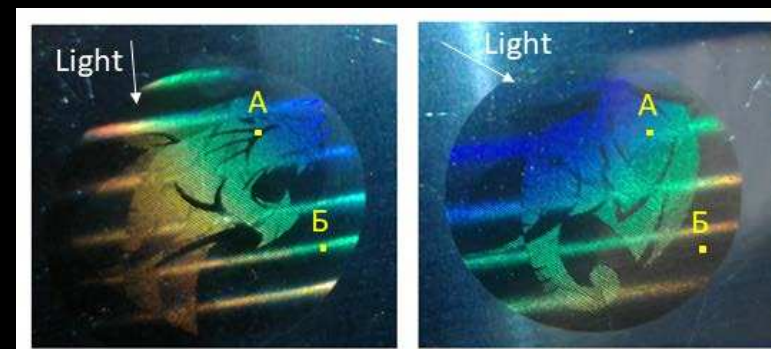
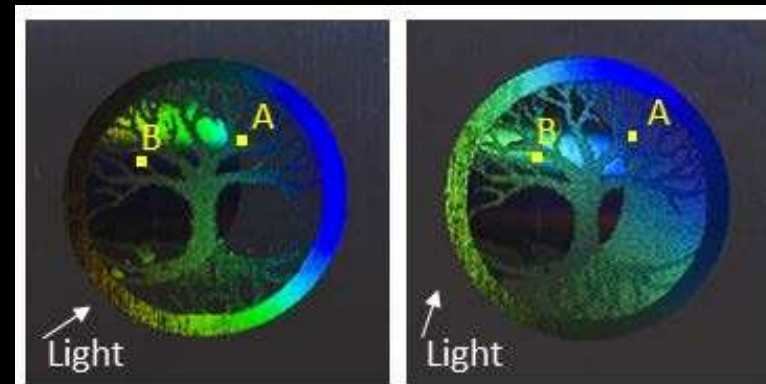
Проверка подлинности изделия



НАНЕСЕНИЕ «ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ» ЗАЩИТНЫХ МЕТОК НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ

ВИЗУАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ:

- изменение цвета при рассмотрении под различными углами
- изменение изображения при рассмотрении под различными углами
- наличие эффекта движения отдельных элементов при рассмотрении под различными углами



СКРЫТЫЕ ПРИЗНАКИ:

- точное совпадение колориметрических координат при сравнении с ранее разработанным шаблоном при считывании изображений,
- наличие различных методов формирования структур по поверхности.



Лазерное окисление и структурирование поверхности дентальных имплантов для улучшения их биосовместимости

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ "ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЛАЗЕРНЫХ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИЙ"

30 июня – 4 июля 2019 г.,

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

<https://flamn.ifmo.ru/>

WORKSHOP "INDUSTRIAL APPLICATION OF LASERS"

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

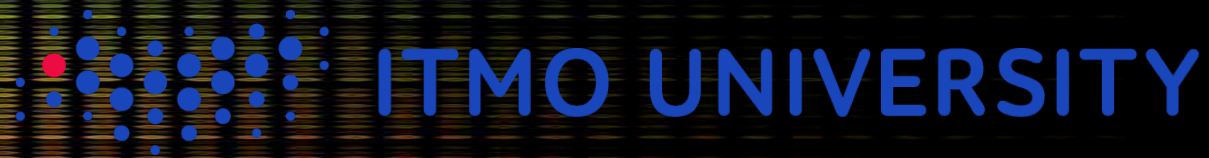
Галина Одинцова, к.т.н.

Научный сотрудник Университета ИТМО,

Руководитель проекта «Колорит»

8-911-085-90-39

gvodintsova@corp.ifmo.ru



МЫ ОТКРЫТЫ К НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ И ОПЫТНО- КОНСТРУКТОРСКИМ РАБОТАМ ПО ВАШЕМУ ТЕХНИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ

Галина Одинцова, к.т.н.,
научный сотрудник, ассистент Университета ИТМО,
8-911-085-90-39,
gvodintsova@corp.ifmo.ru

Изменение **угла смачивания** поверхности
металлов за счет их лазерного
структурирования

3) ФОРМИРОВАНИЕ ГИДРОФИЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



ЭКОЛОГИЧНОСТЬ



ОТСУТСТВИЕ
РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ



ВЫСОКАЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Производительность: 3 см²/мин

- ✓ для ХОРОШЕЙ АДГЕЗИИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ;
- ✓ для ЛУЧШЕЙ ПРИЖИВАЕМОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ИМПЛАНТОВ НА РАННЕЙ СТАДИИ ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ



Проблема: отсутствие 100% приживаемости современных ИМПЛАНТОВ.

Задача: разработка биосовместимых дентальных ИМПЛАНТОВ.

Косвенные признаки биосовместимости

- ✓ «Персонализированная» форма и размер импланта



- ✓ Развитой рельеф поверхности
- ✓ Биосовместимый химический состав
- ✓ Гидрофильная поверхность

ГИПОТЕЗА

Размер структур на поверхности импланта должен быть соизмерим с размерами биологических объектов, взаимодействующих с ним

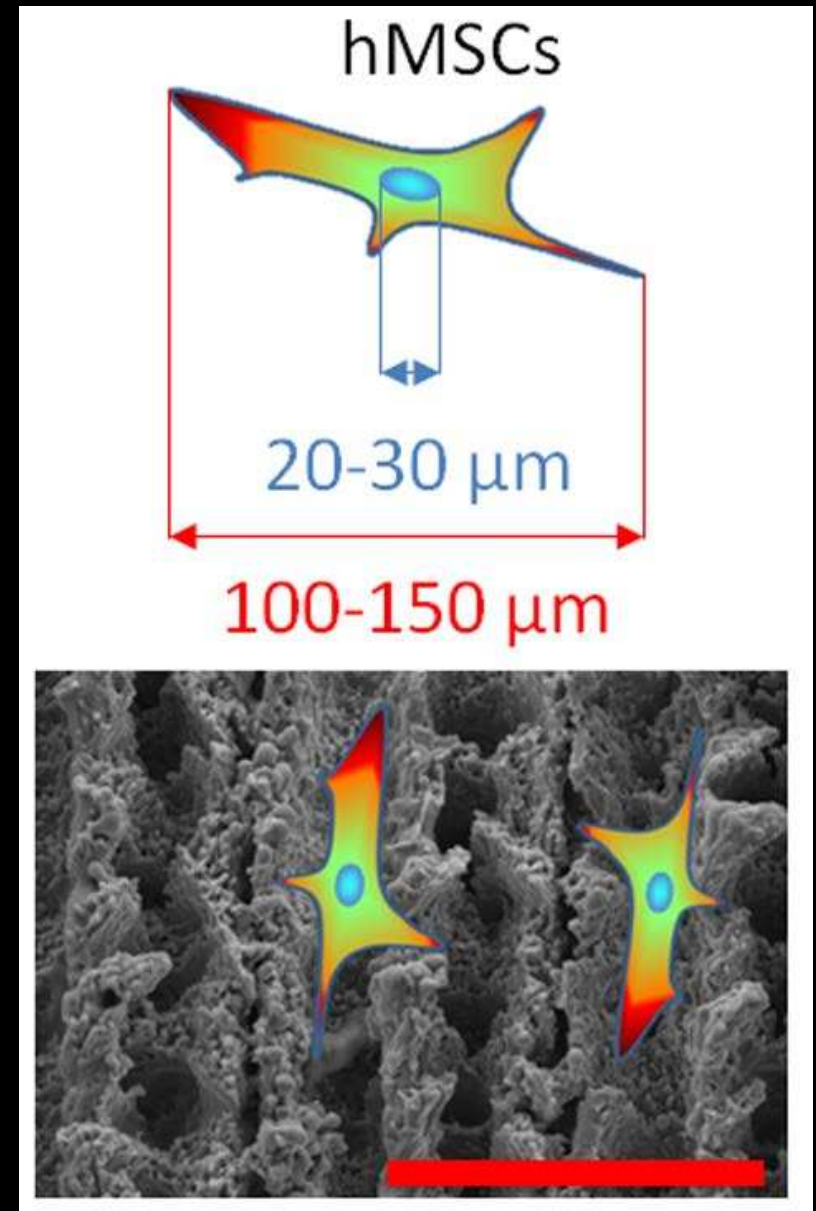
РЕШЕНИЕ

Построить «ДОМ» для клетки.

Микроструктура – для взаимодействия с клетками костной ткани;

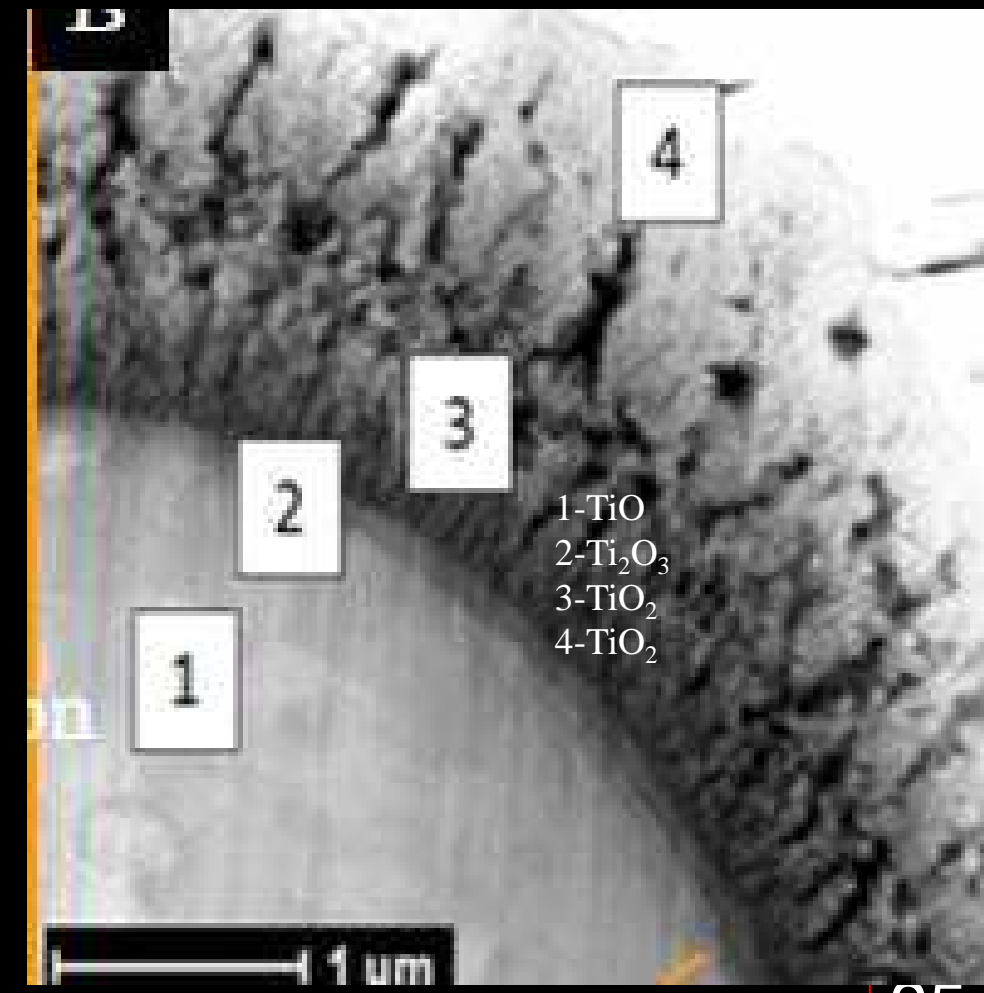
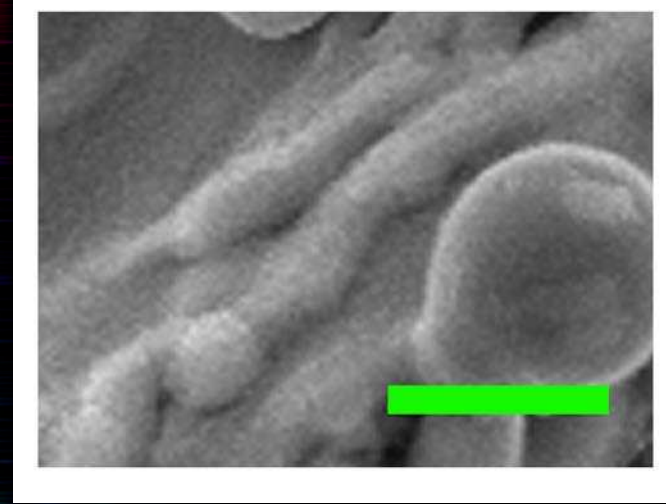
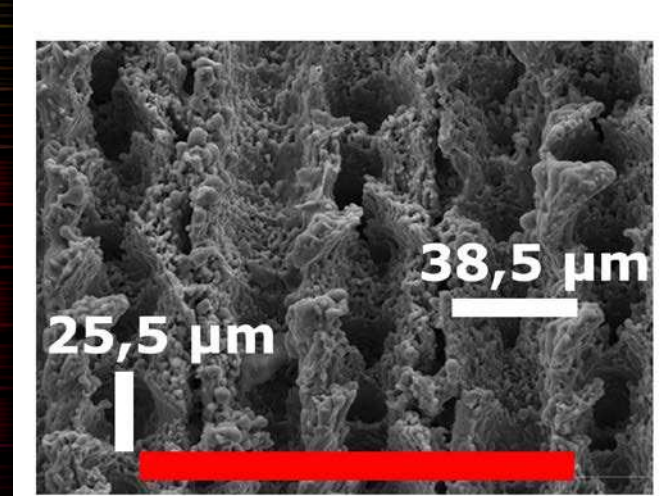
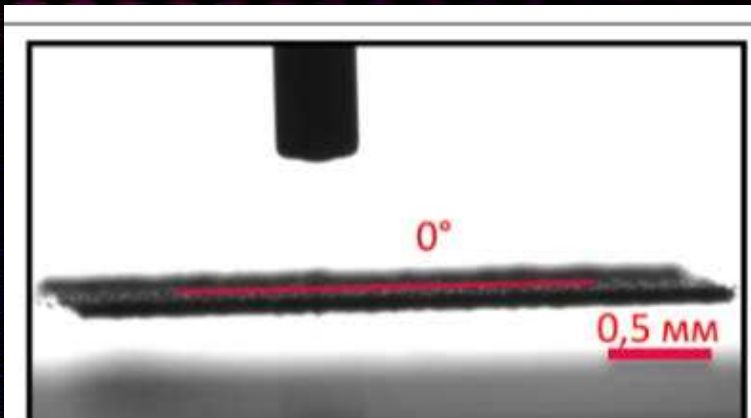
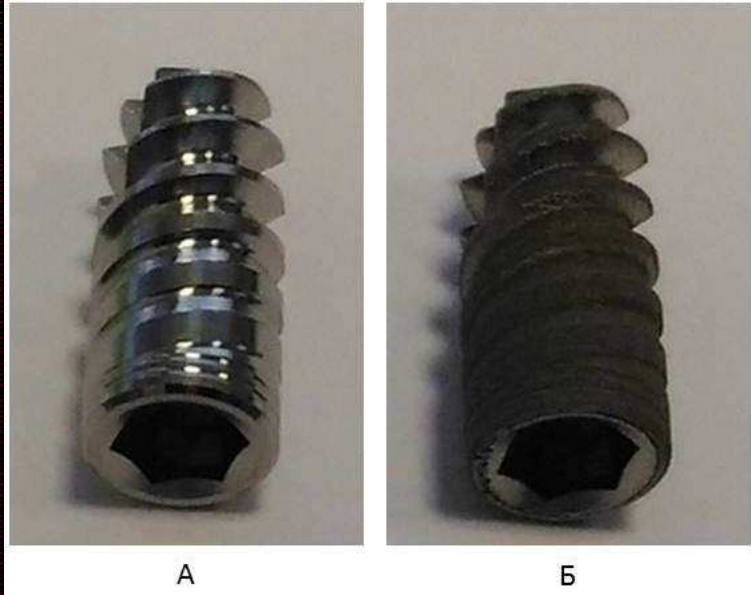
Наноструктура – для взаимодействия с более мелкими биологическими объектами;

Структура должна быть биосовместима и гидрофильна



Red scale bar is 100 μm

ЛАЗЕРНОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕНТАЛЬНОГО ИМПЛАНТА

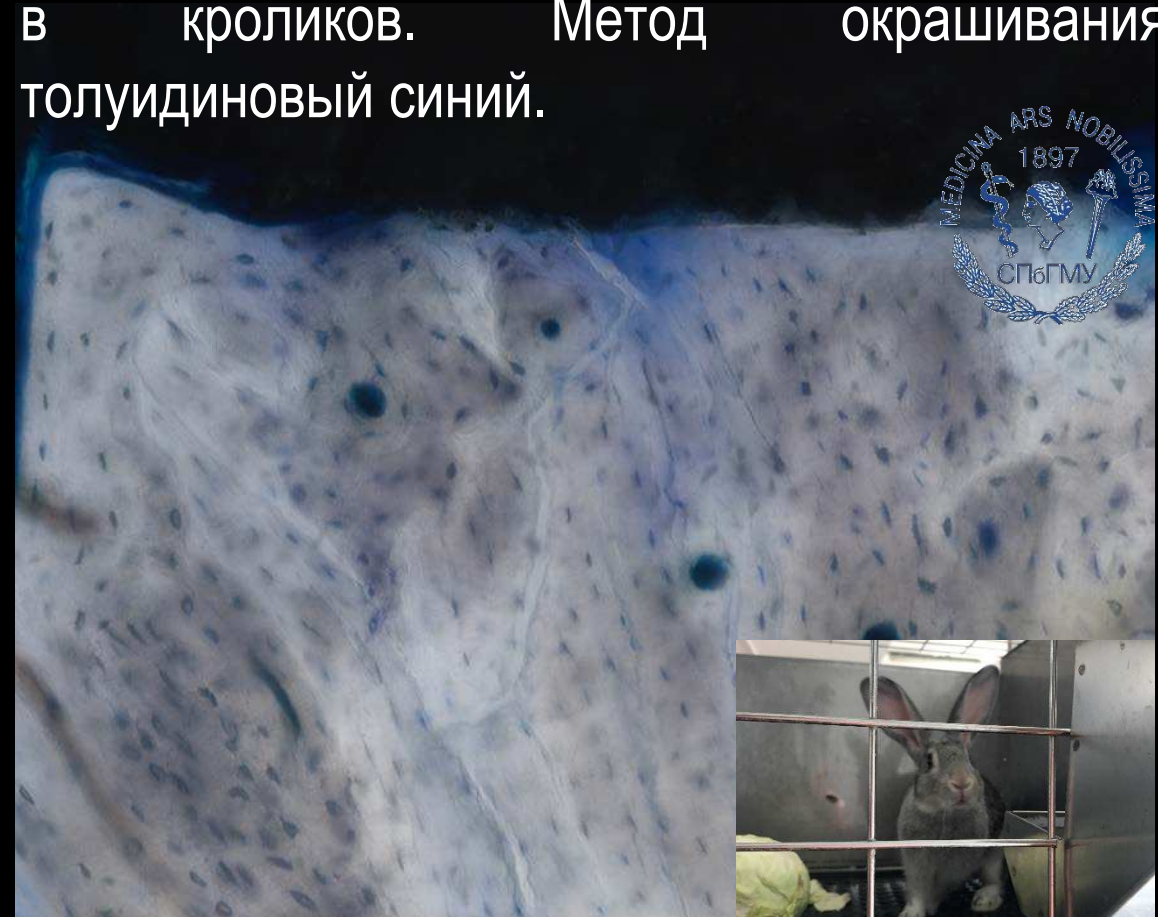
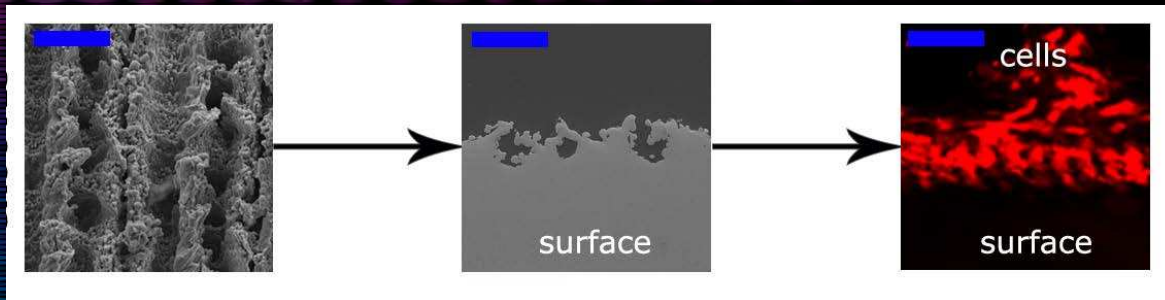
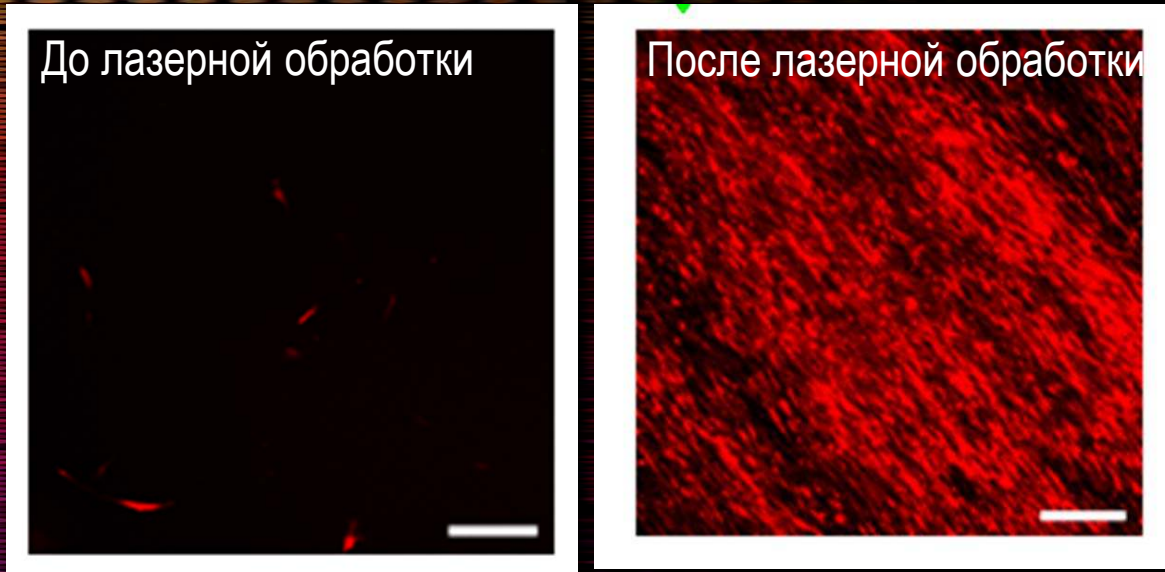


The scale bars are: 100 μm (red) and 5 μm (green)

РЕЗУЛЬТАТЫ IN VITRO / IN VIVO ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ пролиферации клеток на поверхности импланта (на 21 день) за счет использования флуорисцентного красителя hMSCs-Turbo FP635

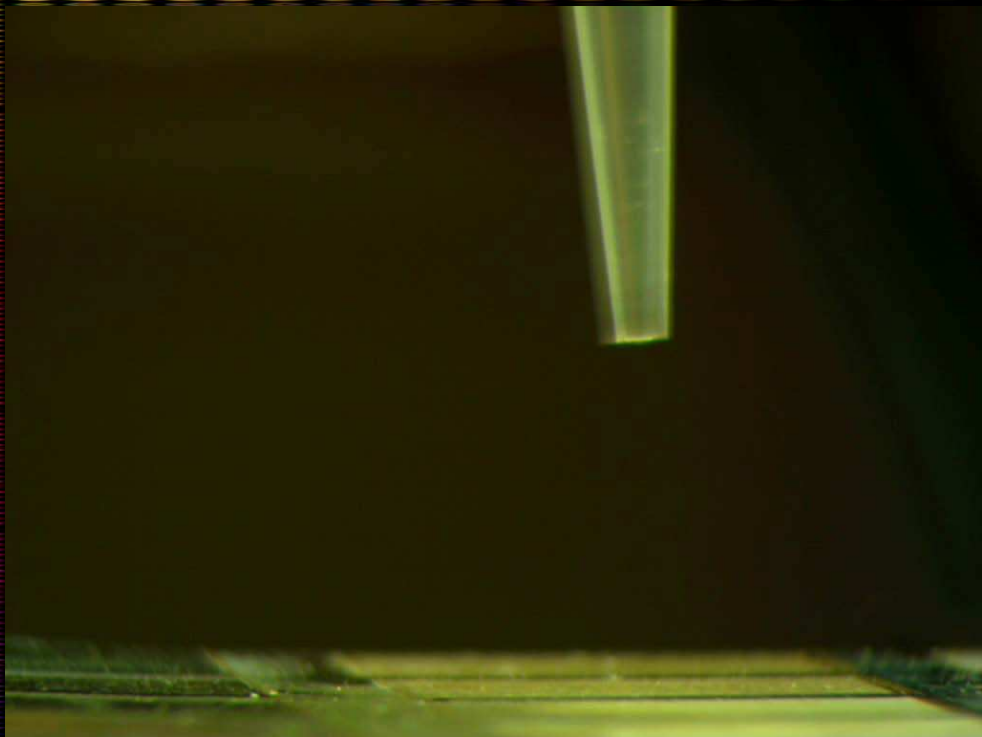
Гистологическая картина поверхности импланта после трёх месячного вживления их в кроликов. Метод окрашивания толуидиновый синий.



The scale bars are: 300 μm (white) and 50 μm (blue).

Наблюдается наличие полноценных остеонов (структурная единица костной ткани).

4) ФОРМИРОВАНИЕ ГИДРОФОБНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



ЭКОЛОГИЧНОСТЬ



ОТСУТСТВИЕ
РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

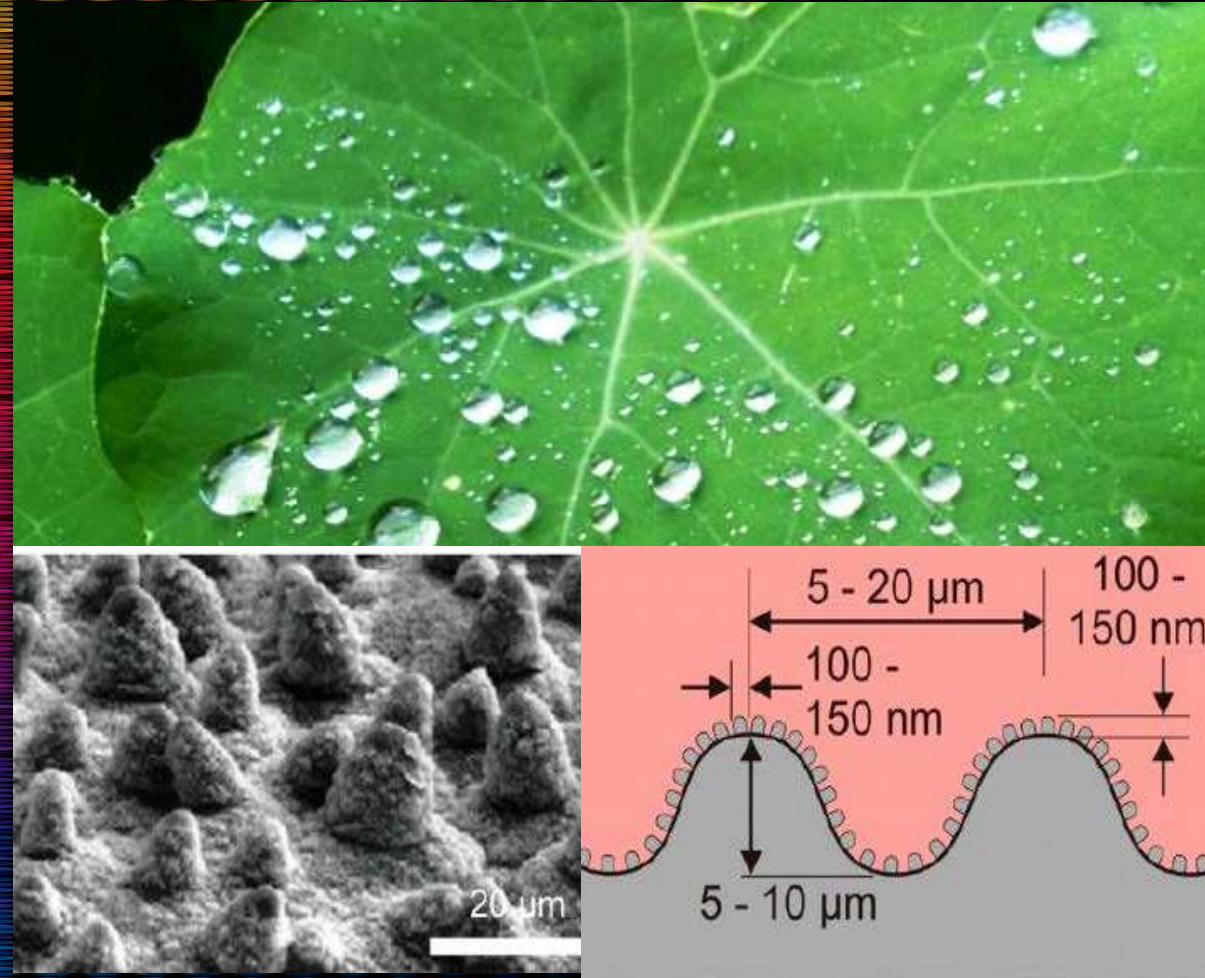


ВЫСОКАЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Производительность: 3 см²/мин

- ✓ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ;
- ✓ СТОЙКОСТЬ К КОРРОЗИИ (МЕТАЛЛООБРАБОТКА);
- ✓ УСТОЙЧИВОСТЬ К НЕОРГАНИЧЕСКИМ И ОРГАНИЧЕСКИМ ЗАГРЯЗНЕНИЯМ;
- ✓ УСТОЙЧИВОСТЬ К БИООБРАСТАНИЮ.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ МИКРО- И НАНОСТРУКТУРЫ НА ОБЪЕКТАХ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ



Лист лотоса

Вода, попадающая на поверхность листьев, собирается в капли.

При стекании с листа вода заодно захватывает с собой частицы пыли, тем самым очищая поверхность растения.