СТАНКИН

Биоматериалы и технологии

Материалы, покрытия и технологии для имплантатов и медицинских инструментов

Кафедра высокоэффективных технологий обработки (ВТО)
Научно-образовательная лаборатория биотехнических систем и технологий



Руководитель направления Е. С. Сотова

СОСТАВ КОЛЛЕКТИВА **13 человек: 4 доктора наук · 7 кандидатов наук · 2 аспиранта и магистранта**

Сотова Екатерина Сергеевна — доцент, кандидат технических наук, руководитель научного направления

Доктора наук

Верещака А. А.

Григорьев С. Н.

Крит Б. Л.

Шехтман С. Р.

Кандидаты наук

Перетягин П. Ю.

Пимушкин Я. И.

Солис Пинарготе Н. В.

Смирнов А.

Тарасова Т. В.

Федоров С. В.

Аспиранты и магистранты

Чупров М. В.

Попелышкин Е. П.

Пять направлений: от инструмента до покрытия



01

Медицинский инструмент

Стоматологические и хирургические свёрла и боры.

Опытные образцы с алмазоподобным покрытием



02

Биокерамика и сплавы

Оксидная керамика, титановые и циркониевые сплавы.

Прогноз поведения в биосреде на этапе проектирования



03

Аддитивные имплантаты

Ячеистые структуры Primitive, Diamond и Gyroid.

Масса ниже на 40 % при сохранении прочности*

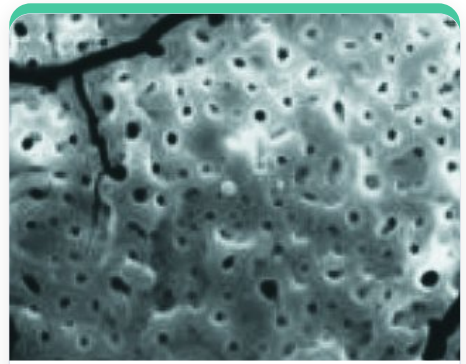


04

Антимикробные покрытия

Слои Ag и Cu на сетчатых имплантатах.

Подавление S. aureus на 99,8 %*



05

Самоочищающиеся покрытия

ПЭО-покрытия с фотокаталитическим действием.

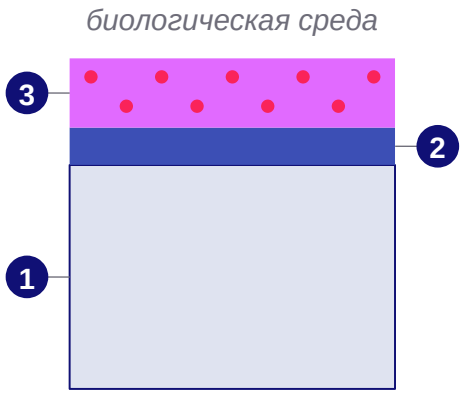
Рост бактерий ниже на 99,9 %*

Материалы: **Основа** титан · цирконий · Co–Cr · керамика **Покрытия** нитриды · гидроксиапатит **Добавки** Ag · Cu · Zn · Ca · P · Mg

**По данным исследований кафедры; значения зависят от материала, конструкции и режима*

От конструкции изделия до испытаний

Изделие проектируют вместе с покрытием: основа отвечает за прочность и форму, нитридный слой — за твёрдость, адгезию и барьер, полимерный слой с добавками — за биоактивность и антимикробную защиту. Покрытия наносят методами PVD, CVD, ПЭО и их сочетанием.



1 — основа: титановый сплав, оксид циркония, нержавеющая сталь

2 — металлический слой: TiN, ZrN, HfN и их сочетания с Ag, Cu

3 — полимерный слой: рассасывающиеся полимеры PGA, PDO с антимикробными и биоактивными добавками

Многослойное покрытие медицинского изделия: схема

99,8 % подавление S. aureus на сетчатом имплантате с покрытием Ag + Cu*



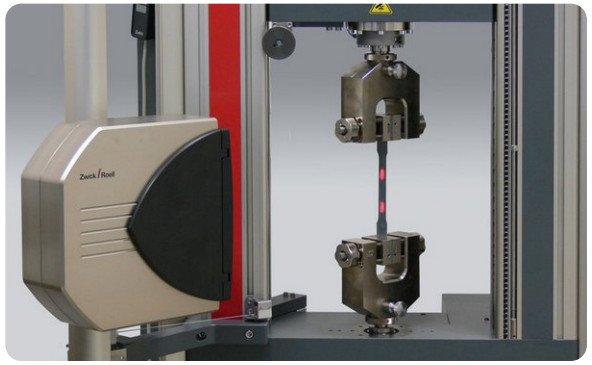
3D-печать коронок и абатментов



PVD-покрытия на хирургических иглах



Линия микродугового оксидирования



Механические испытания

Научно-образовательная лаборатория биотехнических систем и технологий

- 3D-печать из металлических порошков и керамики
- микроскопия, дифрактометрия, трибология, механика
- PVD-покрытия и ПЭО с программным управлением процессом
- к 2030 г.: 150 м², стерилизаторы, спектрофотометр

**По данным исследований кафедры; значения зависят от материала, конструкции и режима*

ЭФФЕКТ

Что получает медицина и производство

Задача	Как обычно	Технология кафедры	Результат*
Масса имплантата	Традиционный имплантат	Ячеистая структура, напечатанная на 3D-принтере	**Масса ниже на 40 % при сохранении прочности**
Остеоинтеграция	Имплантат без пористой структуры	Оптимизированная пористость	**Остеоинтеграция быстрее на 60 %**
Посадка имплантата	Типоразмерный ряд изделий	Индивидуальная конструкция по анатомии пациента	**Анатомия пациента воспроизводится с точностью 95 %**
Инфекции на сетчатых имплантатах	Сетка без покрытия: $8 \cdot 10^4$ КОЕ S. aureus	Магнетронное покрытие Ag + Cu	**150 КОЕ — подавление на 99,8 %; покрытие Ag — на 97 %**
Дезинфекция медицинских поверхностей	Регулярная химическая обработка	Самоочищающееся фотокаталитическое ПЭО-покрытие	**Рост бактерий ниже на 99,9 % на весь срок службы**

Примеры из практики

- **Российский университет медицины**
  2024–2026 гг.: алмазные и твердосплавные боры и свёрла, CAD/CAM-диски, изделия из оксидной керамики
- **Сетчатые имплантаты**
  покрытия Ag и Ag + Cu нанесены на установке «РИТМ-СП» и испытаны на S. aureus
- **Хирургические иглы**
  атравматические иглы с покрытием заданного светоотражения и программа его оценки

**По данным исследований кафедры; значения зависят от материала, конструкции и режима*

ПРИМЕНЕНИЕ

Где применяются разработки

Биоинертные и биосовместимые материалы и покрытия для изделий медицинского назначения

Суставные имплантаты

Эндопротезы суставов, имплантаты для остеосинтеза

Стоматология

Дентальные имплантаты, коронки, абатменты, диски CAD/CAM

Протезирование

Протезы конечностей, индивидуальные конструкции по анатомии пациента

Регенеративная медицина

Дермальные заменители, каркасы для роста клеток

Хирургический инструмент

Свёрла, боры и атравматические иглы с покрытиями

Медицинские покрытия

Антибактериальные покрытия имплантатов, сеток и устройств

Медицинские учреждения

Самоочищающиеся покрытия оборудования и помещений

Диагностика и лечение

Наноматериалы с особыми свойствами

Методы: PVD-покрытия | Плазменно-электролитное оксидирование | 3D-печать | Магнетронное распыление

Научные проекты, методики и партнёры

Научные проекты

Российский университет медицины · 2024–2026 · выполняется
Новые виды режущих медицинских инструментов
Стоматологические и хирургические свёрла и боры, CAD/CAM-диски, изделия из оксидной керамики

Научная тема кафедры
Покрытия для имплантатов, сеток и хирургических игл
Остеосинтез и дентальные имплантаты, герниопластика; антибактериальные слои Ag и Cu

РНФ № 20-13-00401 [сверить] и № 25-43-02297 · заявки поданы
Заявки в РНФ, в том числе совместный конкурс с Китаем
[ЗАПОЛНИТЬ: тематика и итоги конкурсов]

Как мы оцениваем новые материалы

Этап	Что исследуем
Структурный анализ	микро- и наноструктура: электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ
Механические испытания	прочность, твёрдость, износостойкость и усталость в среде, имитирующей биологическую
Биологическая оценка	цитотоксичность, биосовместимость, остеоинтеграция
Специальные исследования	в лабораториях, аккредитованных Минздравом России

15+
патентов

50+
публикаций
в ведущих журналах

10+
партнёров

Вузы: РосУниМед · УлГТУ · НИТУ «МИСиС» · Шанхайский университет науки и технологий

Предприятия: ООО «Армалайн» · АО «Казанский медико-инструментальный завод» · ОАО «Медико-инструментальный завод им. М. Горького»

Испытания: НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского · АНО «ИМБИИТ» · лаборатории РосУниМед

Сотрудничество

1 Полный цикл разработки

От фундаментальных исследований и выбора материала до опытных образцов, испытаний и сопровождения внедрения.

2 Сильная научная команда

4 доктора и 7 кандидатов наук; индекс Хирша в Scopus: С. Н. Григорьев — 62, А. Смирнов — 23, П. Ю. Перетягин — 20, Б. Л. Крит — 19.

3 Опыт работы с медициной

Российский университет медицины, НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского, АНО «ИМБИИТ»; медико-инструментальные заводы в Казани и Тумботино.

4 Готовим кадры

Бакалавриат «Биотехнические системы и технологии» (12.04.04 [сверить код]), магистратура 22.04.01, аспирантура 2.6.5; курсы «Основы конструирования медицинских инструментов» и «Материалы для изделий медицинского назначения».

Форматы

- совместные исследования и разработка продуктов под требования заказчика
- лицензирование и передача готовых технологий
- сопровождение внедрения и масштабирование производства
- совместные лаборатории и производственные участки
- ДПО: «Специалист по нанесению покрытий», «Специалист по стерилизации»
- ДПО «Аддитивные технологии в производстве имплантатов»

Контакты

Сотова Екатерина Сергеевна — руководитель направления, к.т.н., доцент · e.sotova@stankin.ru · +7 (499) 972-94-61
127055, Москва, Вадковский пер., д. 3А · stankin.ru · kafedravto.stankin.ru