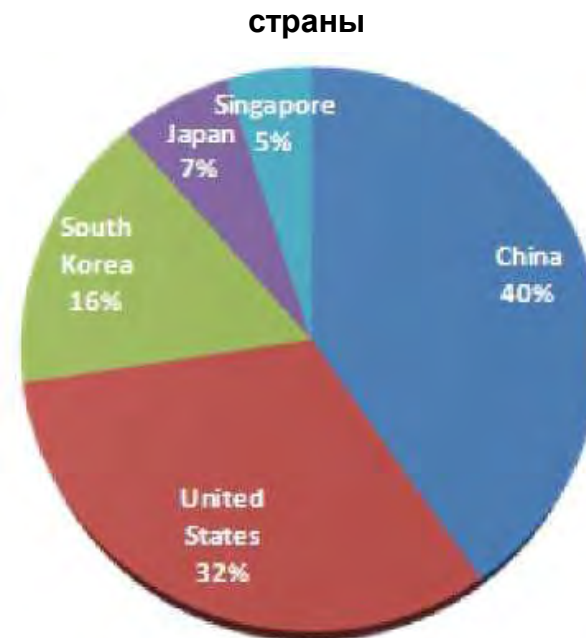
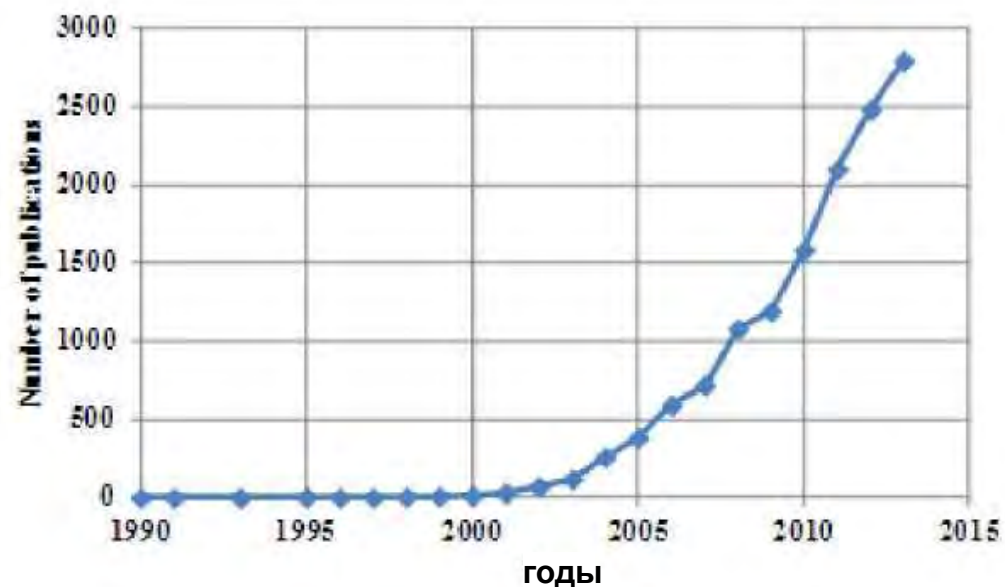




**СОЗДАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ЛАБОРАТОРИИ
ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ
ВОЛОКНИСТЫХ
МАТЕРИАЛОВ В РХТУ**

ЭФВ - Рост применения технологии



- Объём рынка нановолокон, 2010: \$100 миллионов
- Мировой рынок нановолоконной продукции должен вырасти с \$927 млн в 2018 году до \$4,3 млрд к 2023 году при совокупном годовом темпе роста (CAGR) 36,2% в период 2018-2023 годов.

Источник: Scopus, BBC research

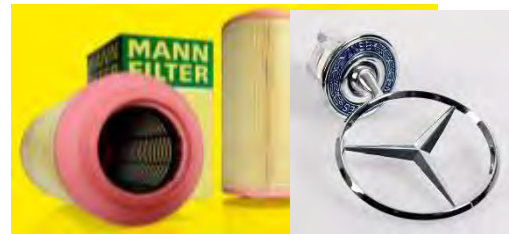
Нановолокна – Коммерческая продукция



AMSOIL Ea Air Filter
Engine intake (On-road)



Donaldson Endurance Heavy Duty
Air Filter Engine intake (Off-road)

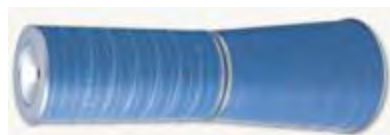


MANN-FILTER MICROGRADE A-NF
Engine intake (Off-road)



Clarcor - Turbo Pulse GT / ProTura
Gas turbine air inlet

SAATI
We cross-innovate



Donaldson GDX / Spider-web XP
Gas turbine air inlet



Northern Technical - NorrPulse
Gas turbine air inlet



Nanofiber Solutions - NanoECM™ 3D Cell
Culture Scaffolds



Redspere – Respimask
Facemask

Fibertex
NONWOVENS

TOYOTA
BOSHOKU



H&V - Nanoweb
Nanofiber cellulose/synthetic media



Roki Techno - NANOFINE-PURE
Filter Cartridge



SAMBO SAEWOON – Nanofiber
Respirator



Topaz
by trans-textil

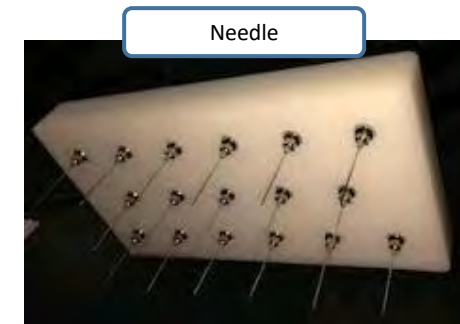
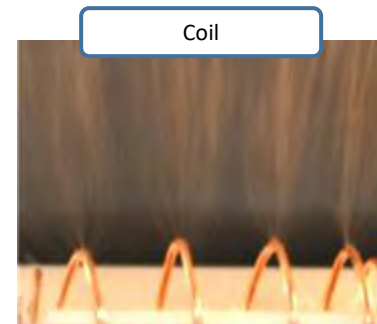
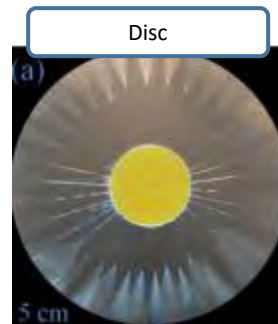
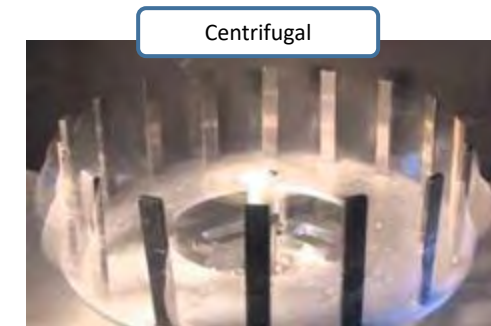
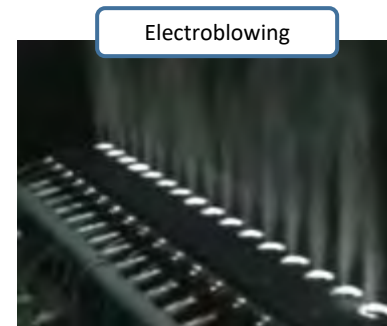
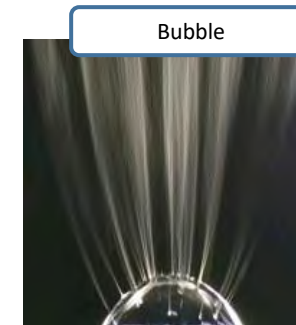
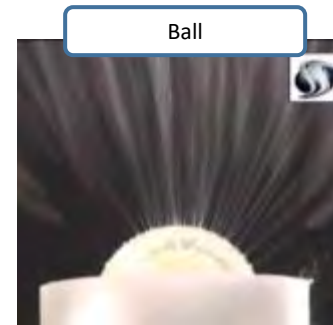
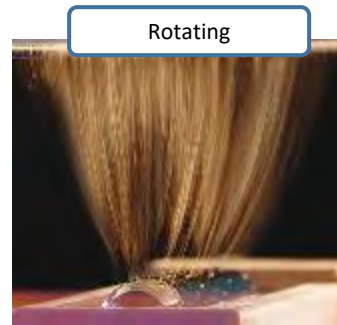


eSpin – Exceed HVAC filter

ЭФВ – История



Нановолокна – Технологии производства



Электроформование – сравнение промышленных методов

	Капиллярный	Аэродинамический	Центробежный	Nanospider
Диапазон вязкостей, Пз	0,3-100	1-5	0,3-10	0,2-30
Типы растворителей по летучести	Любые (для летучих требуется обдувка парами)	Любые (для летучих требуется обдувка парами)	Любые (для летучих требуется регулировка скорости вращения)	Желательна летучесть не более чем у этанола
Производительность мл/час	0,5-50 (1 шт.)	3-1000 (1 шт.)	20-5000 (диаметр 10 см)	50-150 (1 м струны) 0,05-0,1 (1 струйка)
Размер промышленного оборудования, м	2x20-50x2,5	2x20-50x2,5	2x2x3	2,5x2,5x2,5

Применения нановолокон

Фильтрация воздуха

- Отопление, вентиляция и кондиционирование
- Воздухозаборники двигателя
- Чистая комната (HEPA, ULPA)
- Газовые турбины
- Пылеуловители

Акустические материалы

- Транспорт
- Акустика помещений
- Бытовая техника
- Промышленное оборудование

Медицина

- Обработка ран
- Инженерия тканей
- Выпуск медикаментов
- Хирургические халаты
- Лицевые маски



Фильтрация жидкостей

- Очистка питьевой воды
- Фильтрация горючих и нефти
- Очистка сточных вод
- Опреснение морской воды

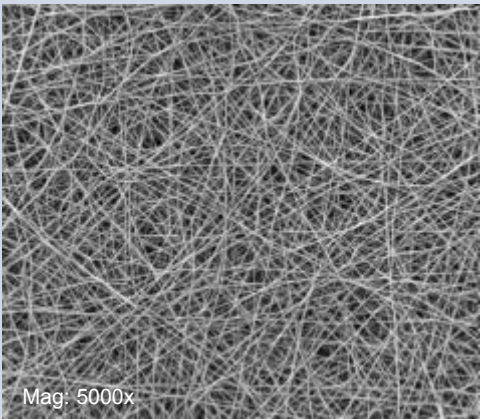
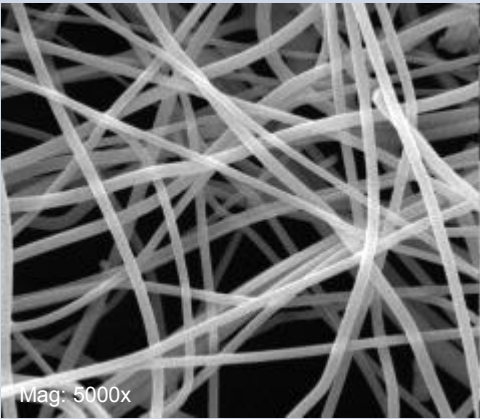
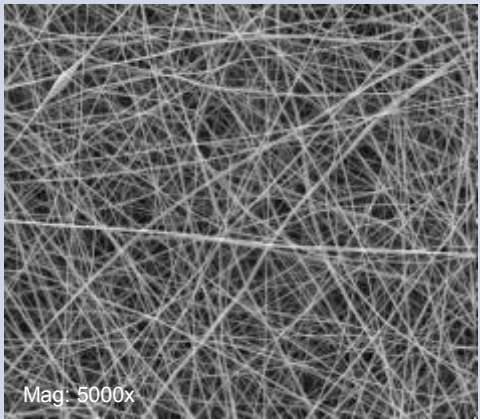
Энергия

- Аккумуляторные сепараторы
- Аккумуляторные электроды
- Топливные элементы

Функциональная одежда

- Мембрана спортивной одежды
- Защитная одежда
- Обувь

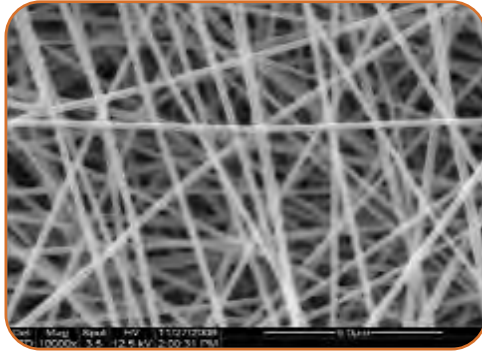
Nanospider™ – Разнообразие материалов

Органические	Неорганические	Биополимеры
<p>PA6 – Полиамид 6 PU – Полиуретан PES – Плиэфирсульфон PVA – Поливиниловый спирт PAN – Полиакрилонитрил PEO – Полиэтиленоксид PVDF – Поливинилидендифторид PVP – Поливинилпирролидон PS – Полистирол Углеродные волокна *Другие</p>	<p>TiO₂ – Оксид титана SiO₂ – Оксид кремния SnO₂ – Оксид олова WO₃ – Оксид вольфрама Al₂O₃ – Оксид алюминия Li₄Ti₅O₁₂ – Титанат лития *Другие</p>	<p>Желатин Хитозан Коллаген PAA – Полиакриловая кислота PLA – Полилактид PCL – Поликапролактон *Другие</p>
 <p>Mag: 5000x</p>	 <p>Mag: 5000x</p>	 <p>Mag: 5000x</p>

* Приведено лишь малое количество примеров

Нановолокна – Полимер / Применения

Монослой



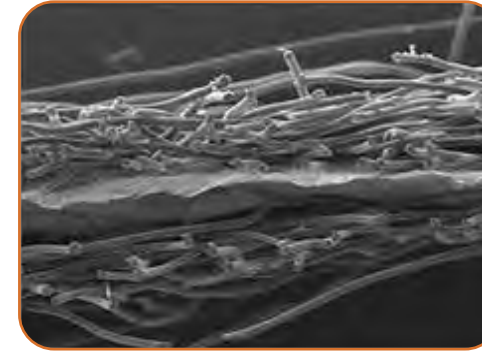
Фильтрация воздуха (**PA6**)
Фильтрация жидкостей (**PVDF, PAN, PA6**)
Сепараторы батарей (**PVDF, PAN**)
Мембраны ТЭ (**PBI**)
Водоупорность (**PUR-F**)

Композиты с частицами



Ранозаживление (**Ag/PLA**)
Катализатор ТЭ (**CNF/Pt**)
Сепаратор (**Al₂O₃/PVDF**)

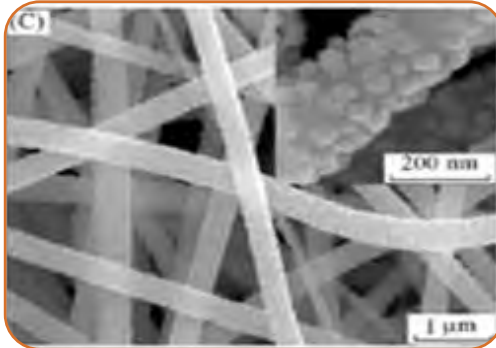
Многослойные



HVAC фильтрация (**SB/PA6/MB**)
Лицевые маски (**SB/PA6/SB**)
Водоупорность
(**Fabric/PUR/Fabric**)

Нановолокна – Полимер / Применения

Неорганика

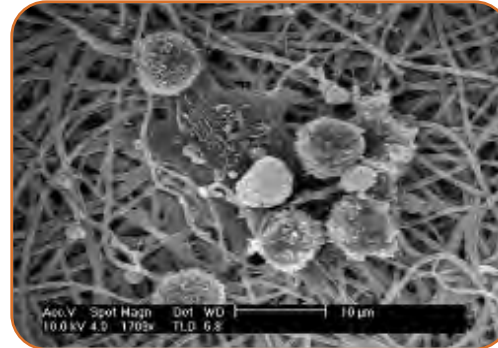


Фотокатализ (TiO_2)

Газовые сенсоры (SnO_2)

Фотосенсоры (Ag/ZnO)

Биополимеры

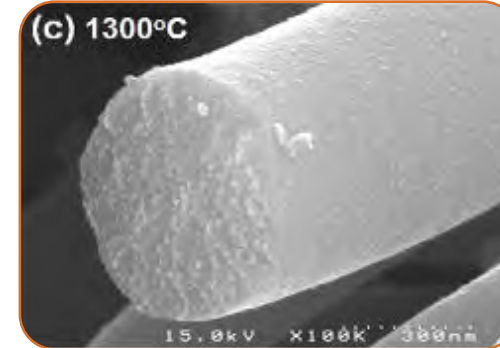


Ранозаживление (**chitosan**)

Доставка лекарств (**PLLA**)

Тканевой каркас (**PCL/collagen/zein**)

Углеродные волокна



Хранение водорода

Топливные элементы

Li-ion батареи

Оборудование



ELMARCO оборудование ЭФВ

Электроспиннинговая установка NS 1S 500U

Установка Т°/влажности помещения NS AC 1000

Стыкуемые модули намотки полотна

ЗИП для обеих установок, руководства,
инструкции

**ВКЛАД
ELMARCO**

Позволяет производить пилотные и опытные партии материалов

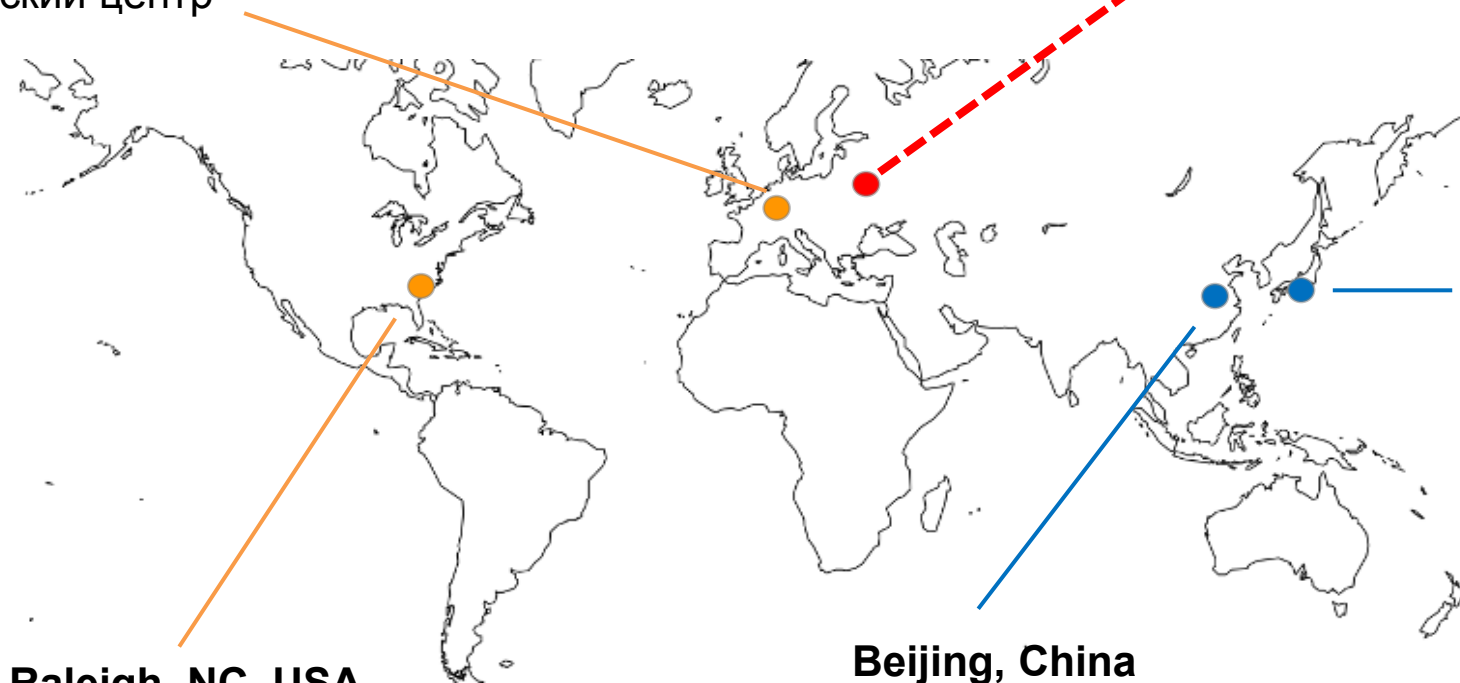
Возможность расширения исследовательской части лаборатории и организации пилотного и опытного производства

Elmarco – Глобальное присутствие

Liberec, Czech Republic

Штаб-квартира, главный технологический, производственный и исследовательский центр

РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва
R&D центр электроспиннинга



Raleigh, NC, USA

Отдел продаж, обслуживание

Beijing, China

Стратегический партнер
Выставочный зал

Tokyo, Japan

Стратегический партнер
Выставочный зал

Почему - РХТУ?

- Идеальное сочетание междисциплинарных требований к технологии и материалам ЭФВ
- Географическое соседство с историческим центром промышленного ЭФВ в России и мире (ООО «Технологии ЭФВ»)
- Создание в России лаборатории/R&D центра мирового уровня в области электроформования наноразмерных волокон (ЭФВ)
- Новая область фундаментальных и прикладных исследований
- Высокая мотивация учёных, привлечение молодёжи
- Новые магистерские и аспирантские программы
- Рост числа публикаций Q1, Q2
- Усиление связей с индустрией

Образовательная деятельность лаборатории

- Создание спецкурса по ЭФВ для магистров РХТУ
 - Переработка и модификация полимеров
 - ОХТ
 - композиционные материалы
 - коллоидная химия/физхимия полимерных растворов
- Ежегодная организация конференций и семинаров
- Совместные программы стажировок в РФ и за рубежом
- Центр подготовки специалистов в области электроспиннинга для России и Европы
- Курсы ДПО и повышения квалификации

Научная деятельность и персонал лаборатории

- Собственная по плану научных работ и совместная с Elmarco s.r.o., Чехия (не менее 2-3 Q1, Q2 публикаций в год)
- Разработка новых материалов для- и на основе нановолокон
- Выполнение НИР для постоянных и новых заказчиков из России, Европы, Китая и США по созданию новых материалов и тестовых партий образцов
- Потенциальные дипломанты и аспиранты – представители практических всех факультетов РХТУ (2-4 человека в год)
- Сотрудничество с лабораторией Филатовых Юрия Николаевича и Ивана Юрьевича и их коллег - лидеры в разработки технологии ЭФВ и материалов на основе ЭФВ в России <http://electrospinning.ru/>
- Сотрудничество с НМИЦ транспанталогии и искусственных органов им. ак. В. И. Шумакова , Башкирским государственным университетом, КНИТУ им. А.Н. Туполева, Казанским университетом талантов, ОЦ «Сириус», СПбГПМУ, Саратовским Государственным Университетом, ТПУ, компаниями «Дав Фарм», «Инмед (СПб)», «ИННФОКУС», «Кондор Эко»

Прикладная деятельность

- НИР для решения текущих задач ЭФВ со свободной поверхностью жидкости
- Совместная разработка технологического оборудования
- Сотрудничество с организациями, занимающимися разработкой технологий ЭФВ и выпуском нановолокнистых материалов в России
- НИР по разработке материалов для российских и зарубежных заказчиков



Руководитель лаборатории



Иван Пономарёв, 36 лет
Кандидат химических наук

- **Количество публикаций WOS / Scopus – 24**
- **Индекс Хирша – 8**
- **Количество цитирований – 150**
- Область научных интересов-электроспиннинг, синтез и модификация гетероциклических полимеров, создание новых наноматериалов.
- Руководитель химико-технологического отдела, член совета директоров компании ELMARCO (Чехия). Ведущий специалист в России по технологии электроспиннинга Nanospider™
- 2010 – по настоящее время Старший научный сотрудник Института элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН, Москва
- 2007-2010 – Кандидат химических наук. Кандидатская диссертация выполнена в ИНЭОС РАН. Тема: “Синтез высокотехнологичных полимеров для топливных элементов, проектирование мембранно-электродных узлов”. Научный руководитель – академик А.Р. Хохлов
- 2001-2007 – Магистр техники и технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева
Направление «Материаловедение и технология новых материалов»

Проект протокольного решения

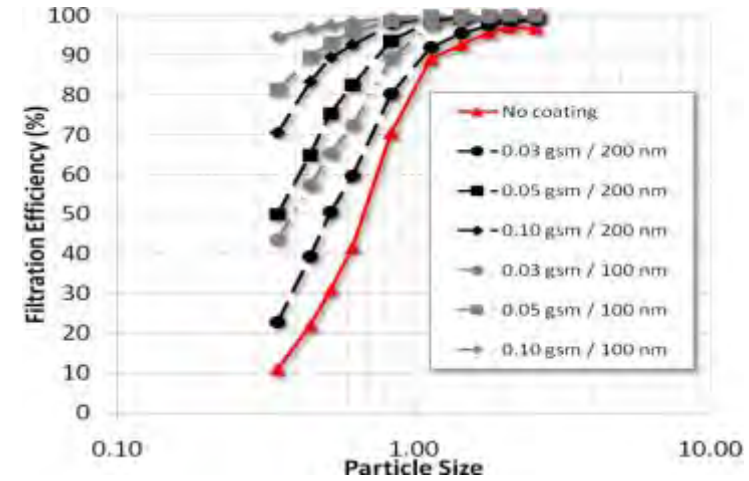
Поддержать создание Технологической лаборатории
электроформования волокнистых материалов
при факультете ТПМ

Куратор: Щербина А.А.

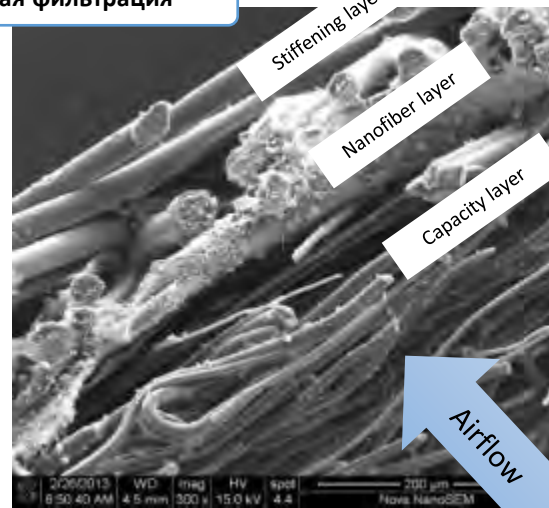
Применения – Фильтрация воздуха

Выгоды

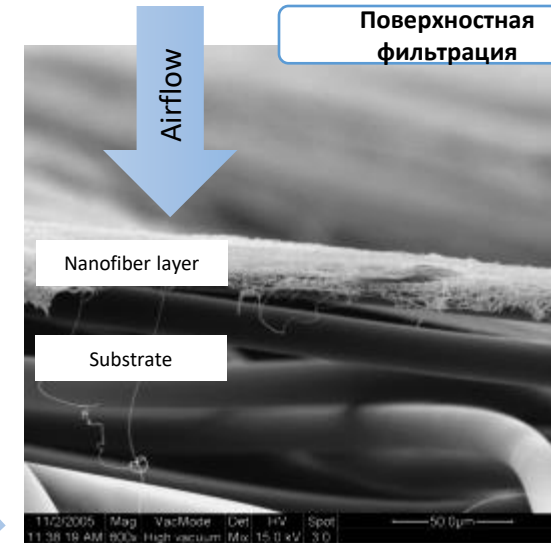
- ❑ Резкое увеличение эффективности
- ❑ Малое исходное сопротивление
- ❑ Возможность оптимизации соотношения: сопротивление/эффективность фильтрации/срок службы



Глубинная фильтрация



Поверхностная фильтрация



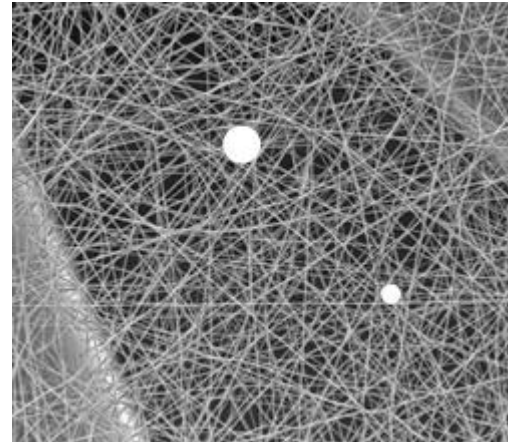
Применения – Лицевые маски

Выгоды

- ❑ Комбинация комфорта, воздухопроницаемости и фильтрационной эффективности.
- ❑ Великолепная защита от частиц размером 2.5 мкм
- ❑ >99.9% захват всех типов аллергенов, пыли, бактерий, грибков, вирусных заболеваний таких, как атипичная пневмония, гриппы H5N1, H7N9 и H1N1.
- ❑ Использование для хирургических масок, одежды и хирургического белья



Спанбонд / Нановолокна / Спанбонд

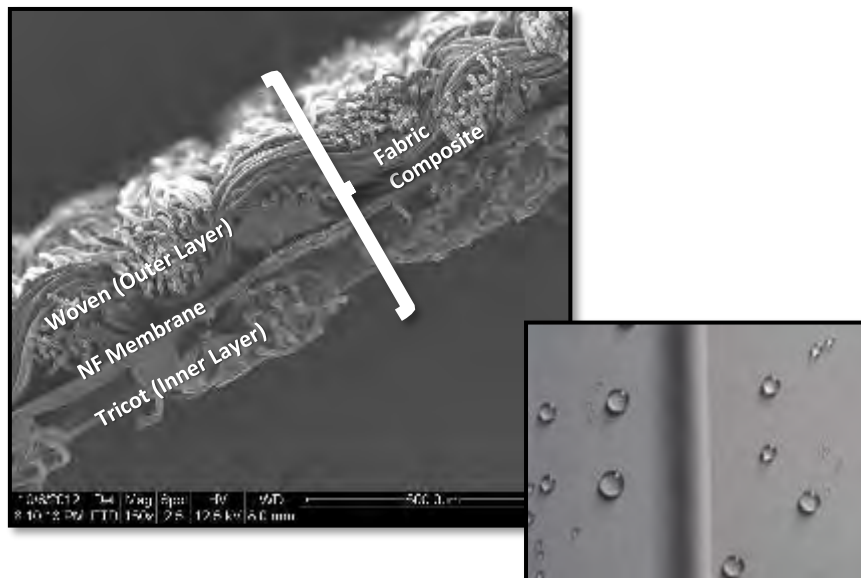


Размеры бактерий и вирусов по сравнению с нановолокнами

Применения – Функциональная одежда

Выгоды

- Водоупорность
- Отличная воздухопроницаемость
- Ветрозащита
- Механическая стабильность
- Комфорт



Свойства

- Малый удельный вес
- Пористость и высокая воздухопроницаемость
- Возможность применения химической модификации поверхности

Ранозаживление

Выгоды:

- Ускоренное заживление
- Защита от инфекций
- Обеспечение мягкой и влажной атмосферы
- Антиадгезионные свойства
- Обезболивание
- Био- совместимость/активность
- Применение лекарств
- Предотвращает излишнюю потерю жидкостей
- Антимикробное действие

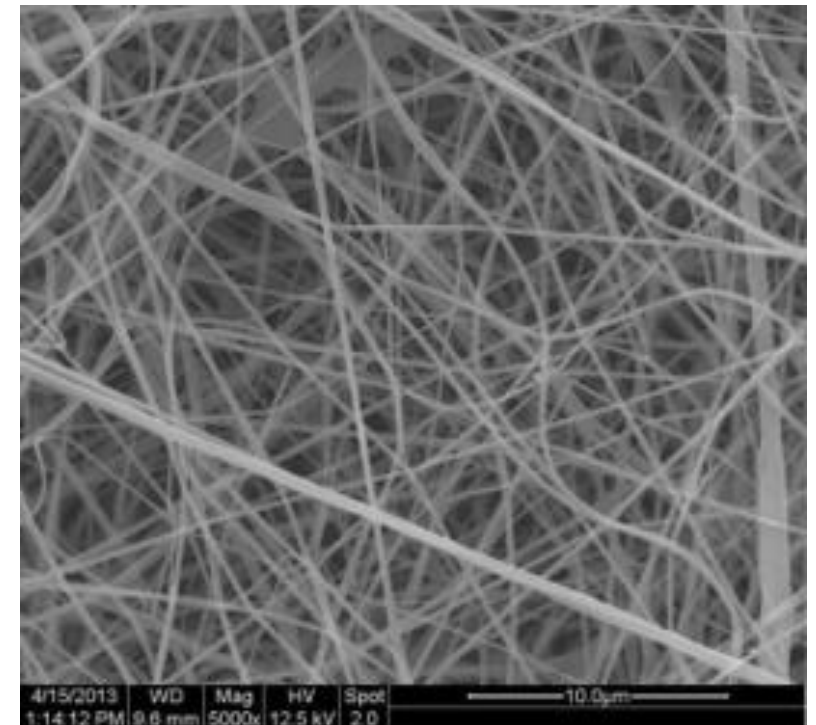


Ранозаживление

Нановолокнистые материалы для эффективной остановки артериального, венозного и капиллярного кровотечения

Нановолокна на основе хитозана:

- экологичность, безопасность
- возобновляемый полимер с уникальными свойствами
- высокое сродство к человеческому телу
- гемостатический и антибактериальный эффекты
- биоразлагаемость
- иммуномодулирующие и гипоаллергенные свойства
- нетоксичность



Доставка лекарственных средств

Выгоды

- Возможность создания различных профилей выделения лекарственных средств
- Понижение токсичности
- Уменьшение средней концентрации медикаментов
- Разнообразие лекарств



Профиль выделения лекарственного средства при оральном приеме в форме нановолокнистой пастилки в сравнении с классическими капсулами или порошками (Dabigatranе – антикоагулянт)

