

Современные углеродные наноматериалы:  
технологии получения и применения в  
промышленности

Сергей Филатов

# Институт тепло-и массообмена Национальной академии наук Беларуси: [www.itmo.by](http://www.itmo.by)

---



# Институт тепло-и массообмена Национальной академии наук Беларуси

---

Основные направления деятельности института:

- ...исследования тепло-и массообменных процессов...
- ... низкотемпературная плазма и плазменные технологии ...
- ... теплофизические свойства веществ и материалов ...

С 1977 года:

- ... Технологии водородной энергетики (производство, хранение и технологии использования водорода)...

С 2000 года:

- ... Производство и технологии использования наноструктурных материалов...
- Подготовка аспирантов и магистратура по специальностям: 01.04.14 Теплофизика и теплообменная техника; 01.04.17 Химическая физика, включая физику горения и детонации; 05.14.04 Промтеплоэнергетика
- Докторантура: 01.04.14 Т Теплофизика и теплообменная техника



# Отделение водородной энергетики(1977)

## Центр сертификации углеродных наноматериалов (2009)

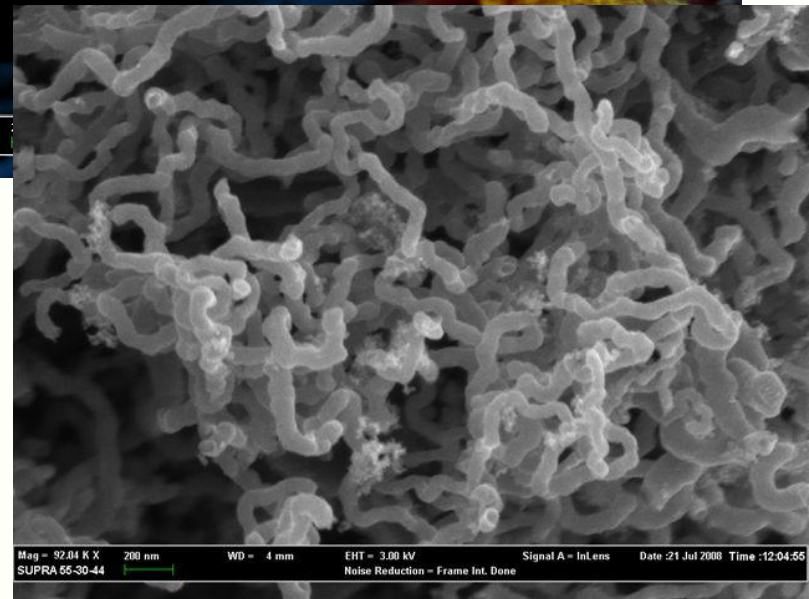
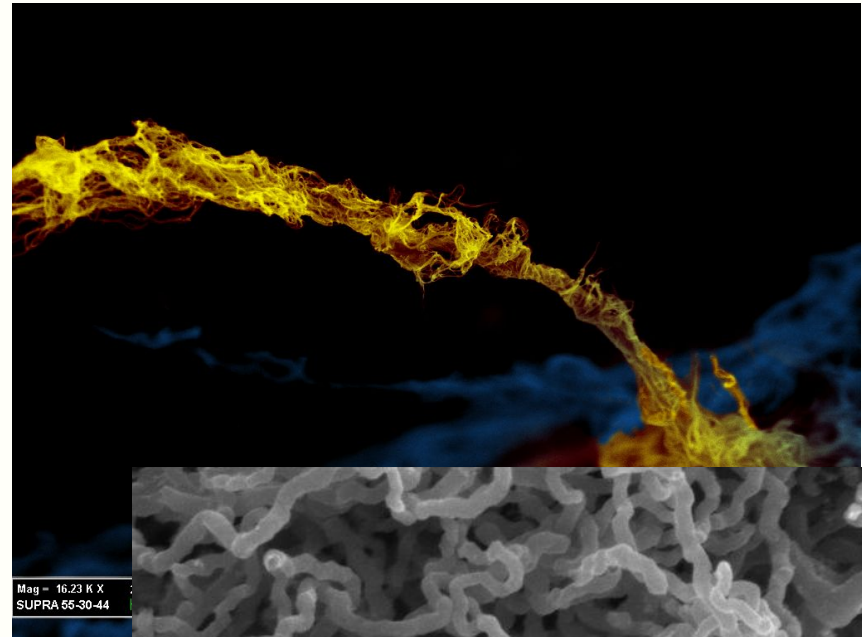
---

- Разработка новых энергетических технологий для экологически чистой энергетики, проектирование и исследование электрохимических источников тока, низкотемпературных и высокотемпературных топливных элементов и электролизеров. Микроразмерные топливные элементы;
- Технологии хранения водорода в связанном состоянии, разработка металлгидридных аккумуляторов водорода и компрессоров водорода. Разработка и создание топливных процессоров, генераторов эндогаза и синтез-газа;
- Разработка CVD технологий синтеза ориентированных и неориентированных одностенных углеродных нанотрубок, CVD и PVD технологии промышленного получения одностенных и многостенных углеродных нанотрубок, технологии создания функциональных углеродных наноматериалов и функциональных покрытий из углеродных нанотрубок, в т.ч. новых наноструктурных электродных материалов для топливных элементов и теплообменных систем;
- Технологии синтеза нанокатализаторов для топливных элементов, исследования электрокаталитической активности новых нанокатализаторов на основе углеродных наноматериалов;
- Термические методы анализа, дифференциальная сканирующая калориметрия и термогравиметрия, аналитические измерения, газовая хроматография, исследования адсорбционных характеристик и пористости материалов, автоматизированные измерения теплоемкости и теплопроводности твердых и сыпучих материалов в широком диапазоне температур, термометрия



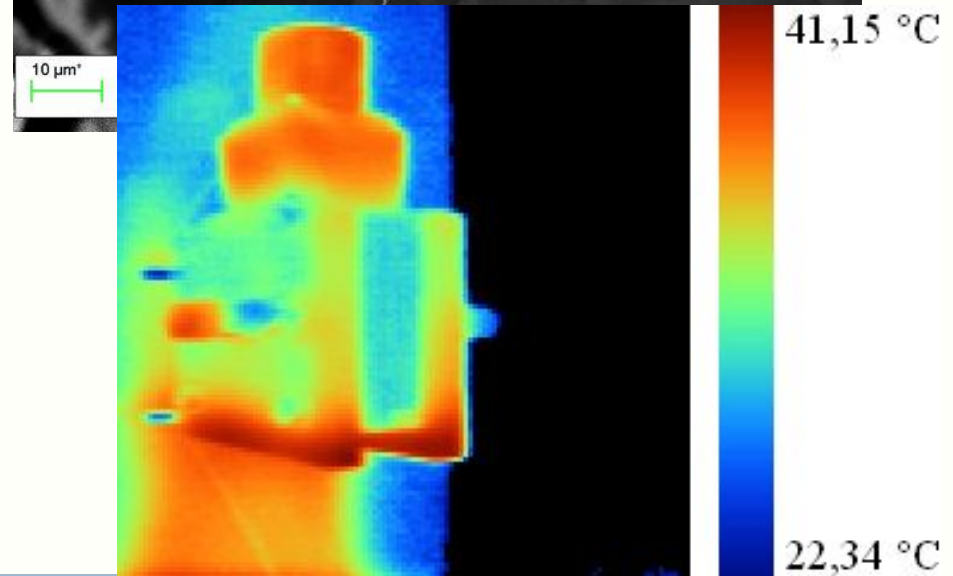
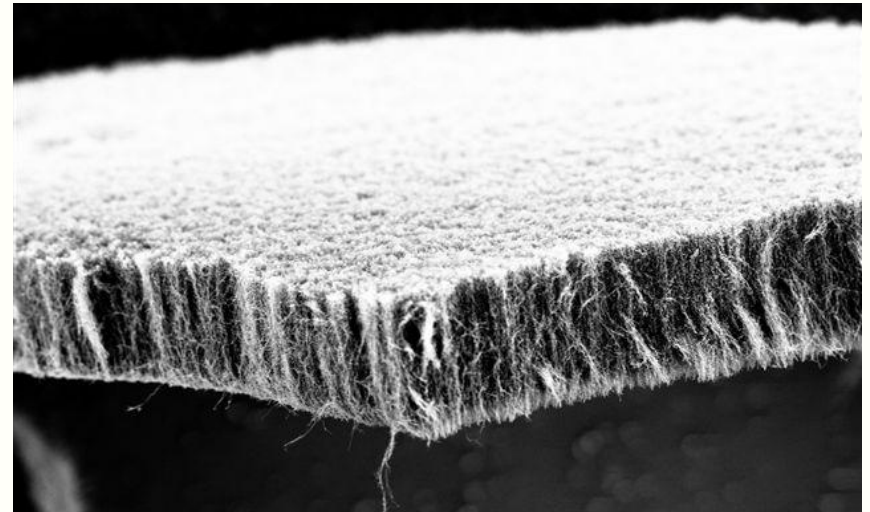
# Область интересов:

- Нанотехнологии
- Наноразмерный тепло- и массообмен
- Получение углеродных нанотрубок (SWNT, MWNT, Carbon black)
- Модификация и функционализация углеродных наноматериалов,
- Характеризация углеродных наноматериалов методами электронной и оптической микроскопии, ИК и Рамановской спектроскопии, SERS, методы термического анализа, TGA, DTGA, измерения электронных и электрических параметров, Хроматография
- CVD и PVD технологии для получения наноматериалов
- Электрохимические исследования
- Высокотемпературные, криогенные и вакуумные измерения
- Компьютерное моделирование наноразмерного теплообмена и роста наноматериалов (Fluent, Sinda, Elcut, QuickField, EcoSimPro)



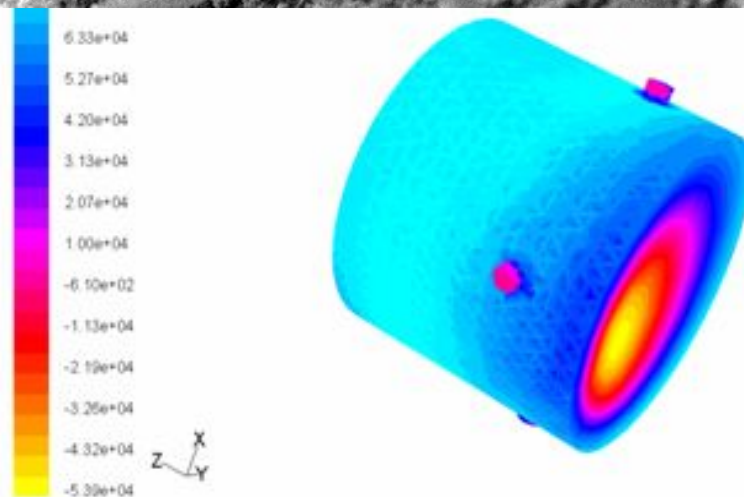
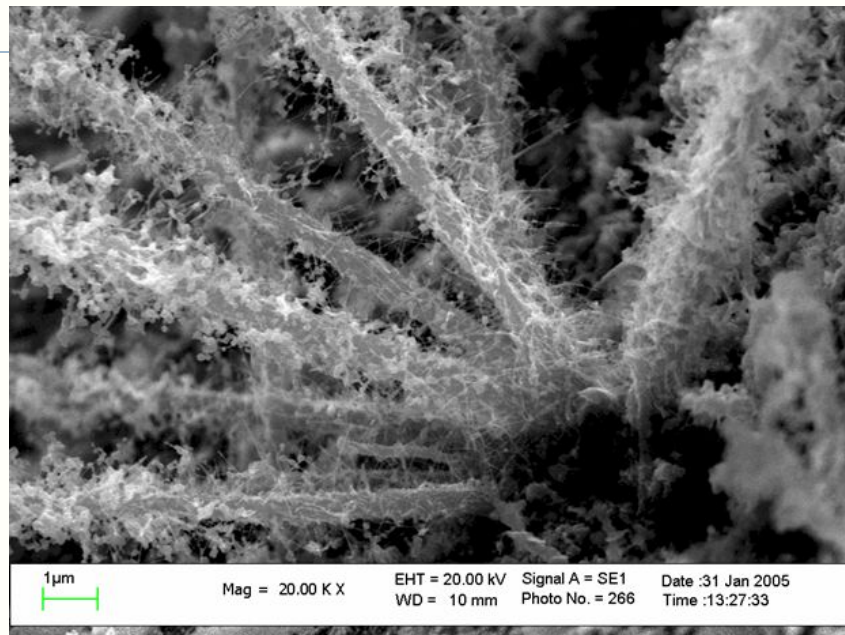
# Область интересов:

- Водородные технологии
- Разработка топливных элементов (PEM FC, microscale FC)
- Реакторы получения синтез-газа, реакторы частичного окисления, топливные процессоры
- Электролизеры
- Нанокатализаторы
- Хранение водорода в УНМ и металлогидридах
- Компьютерное моделирование процессов в ТЭ (Fluent, ANSYS, Sinda, Elcut, QuickField, EcoSimPro),
- Кластерные решения
- Быстрый пиролиз биомассы, возобновляемая и альтернативная энергетика
- Оптические методы измерений
- ИК термография



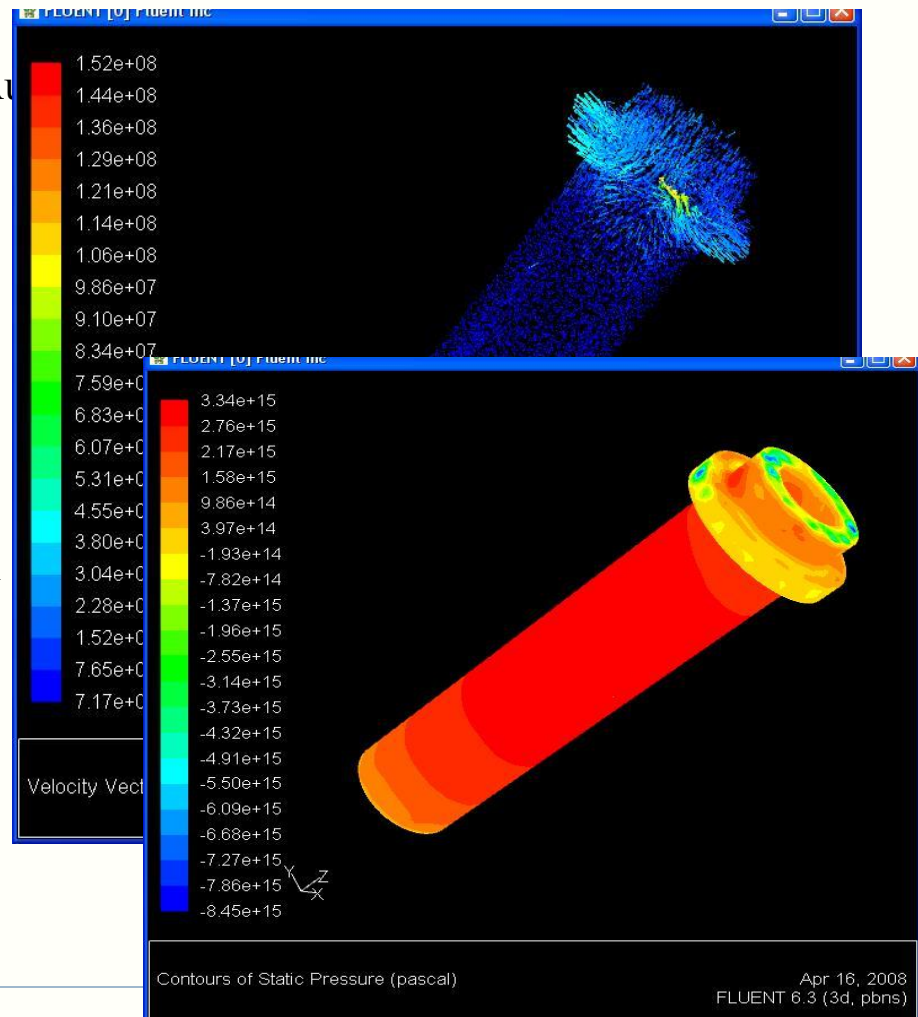
# Получение:

- Углеродные нанотрубки (SWNT, MWNT), технический углерод, в т.ч. Наноструктурированный
- Катализаторы на углеродных носителях
- Электродные материалы для топливных элементов
- Нанокатализаторы и исследования каталитической активности
- CVD и PVD реакторы
- Программное обеспечение и компьютерное моделирование
- Аккумуляторы водорода
- Измерительные системы



# Разрабатываемые технологии:

- Разработка и тестирование CVD и PVD систем
- Разработка и тестирование наноболочек Au and Ag Nanoshells включая био- и медицинские приложения
- Наноразмерное моделирование
- Разработка SERS детекторов и систем, химических и оптических сенсоров
- Разработка и исследования специальных типов AFM сенсоров
- Разработка и тестирование MEMS устройств
- Разработка нанокатализаторов,
- Био- и клеточные технологии
- Исследование графеновых и фуллереновых структур
- Разработка керамических материалов
- Исследование механических нагрузок и прочностные измерения
- Разработка конструкционных материалов и полимеров, композитов
- Молекулярная и клеточная диагностика и визуализация
- PIV технологии визуализации течений и микротечений



Contours of Static Pressure (pascal)

Apr 16, 2008  
FLUENT 6.3 (3d, pbns)





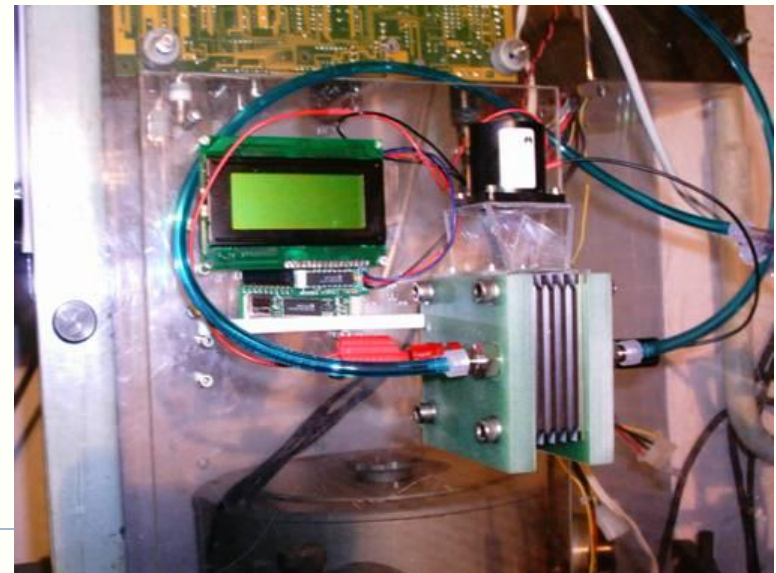
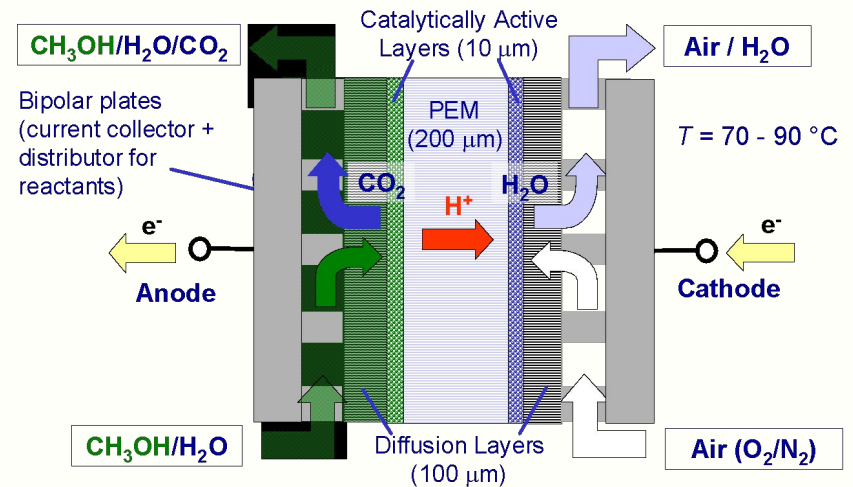
## Основное оборудование:

- Растровый электронный сканирующий микроскоп- **Supra 55** (Carl Zeiss, Германия) с детекторами InLens, SE, BSE, BSD and STEM и EDS системой микроанализа -**INCA350** (Oxford Instruments)
- Электронный просвечивающий микроскоп- **EMV 1000PC** (Россия)
- ИК Фурье спектрометр **Nexus 550** и Рамановский спектрометр **Nicolet Nexus** (Thermo, США)
- UV-Vis оптоволоконный спектрометр – **Avantes** (Нидерланды)
- Система **DSC анализа** (Perkin Elmer, США)
- Оптические микроскопы – Carl Zeiss, **Olympus**, etc
- Системы TGA анализа – **TG1200** (Венгрия)
- Оборудование для анализа магнитных свойств (20-1200 С)
- Измерители теплоемкости **C400PC** и теплопроводности **L400PC**(-193 – 400С, Россия)
- Система быстрого прототипирования **Protomat L20** (LPKF, Германия)
- Системы ИК термографии – Fluke 25, **SnapShot550** (США), и ИК термометрии
- **Газовые хроматографы** (Spectrochrom, Россия)



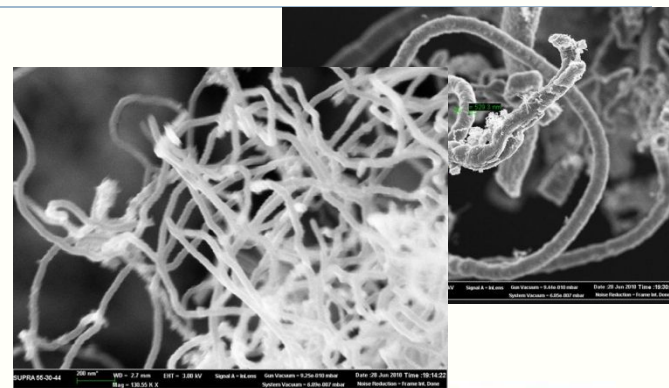
# Специальное электрохимическое оборудование и топливные элементы

- Протоннообменные топливные элементы (ТЭ, PEMFC) 1,5 kWt
- Тестовое оборудование для ТЭ
- Экспериментальны ТЭ (5-50 W)
- Электролизеры
- Металлогидридные системы и аккумуляторы
- Получение особо чистого водорода (99,9999%)
- Технологии для получения новых электродных материалов (Pt на C/CNT)
- Мембранные системы для сепарации газов
- Возможности:
- Измерения мощности, течений, динамических нагрузок, гидравлические и температурные измерения...



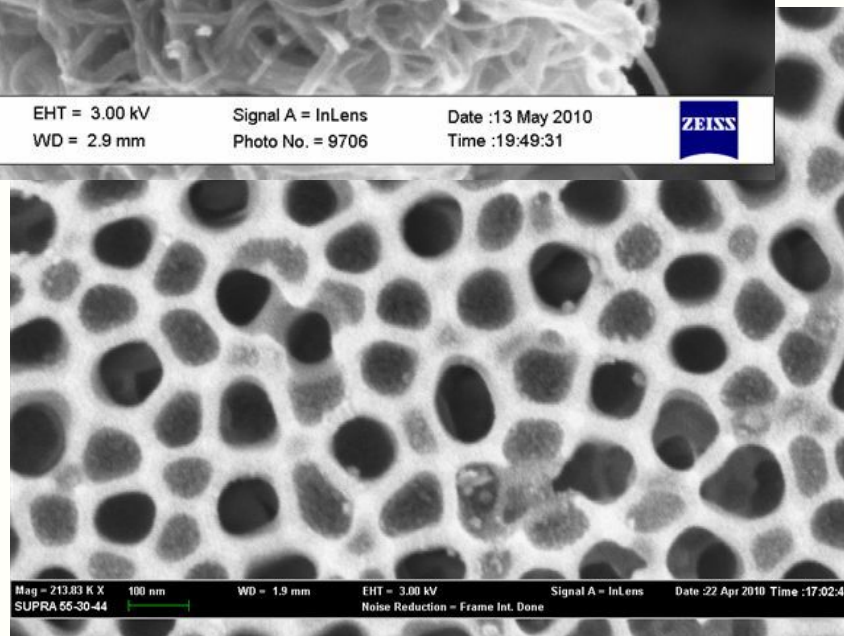
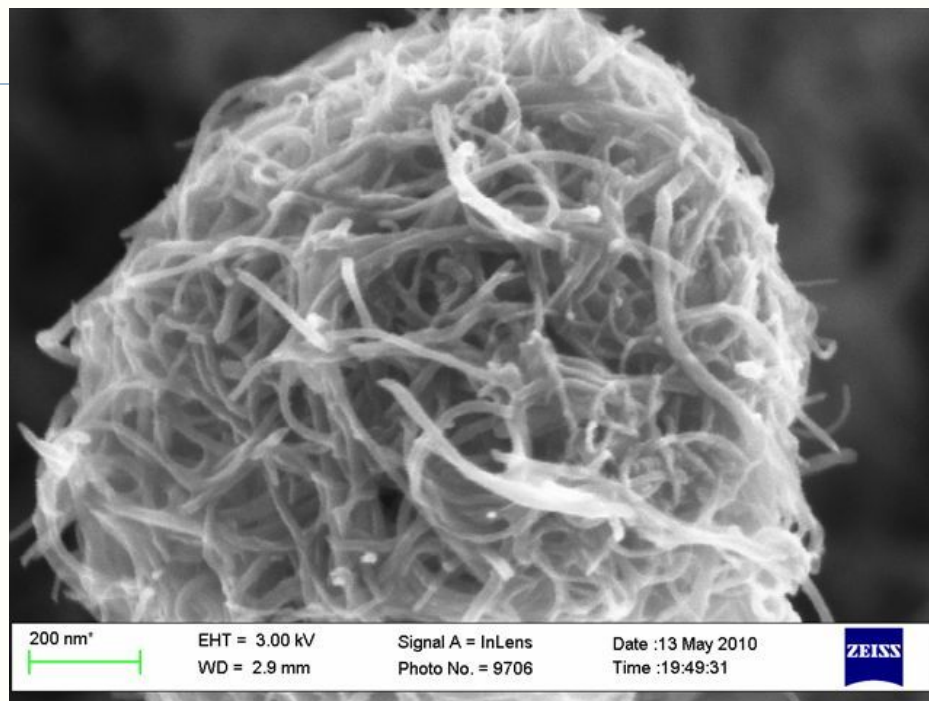
# Специальное оборудование для роста углеродных нанотрубок

- Мы предлагаем CVD установки для роста углеродных нанотрубок и алмазоподобных покрытий методом термокаталитического крекинга углеводородов
- Трубчатые кварцевые CVD реакторы для роста углеродных нанотрубок использующие термический крекинг метана и бутана
- Трубчатые кварцевые CVD реакторы с плазменным разрядом для роста углеродных нанотрубок использующие электроразрядный крекинг метана и бутана
- Реакторы атмосферного давления для CVD роста углеродных нанотрубок использующие термический крекинг метана и бутана
- Лазерные печи для роста углеродных нанотрубок, использующие резонансное поглощение в газе
- Системы магнетронного нанесения нанокатализаторов
- Электрогидродинамические системы нанесения нанокатализаторов



# Мы можем:

- Мы можем выполнять научные исследования ☺ - в интересах научных, промышленных, медицинских организаций
- Мы разрабатываем и исследуем новые материалы – армированные полимеры, композиты, нанокompозиты, катализаторы
- Мы разрабатываем и изготавливаем высокотехнологичные системы для измерений, мониторинга и дистанционных исследований
- Мы разрабатываем и изготавливаем системы CVD синтеза углеродных наноматериалов, в т.ч углеродных нанотрубок
- Мы разрабатываем программное обеспечение и интерфейсы взаимодействия со специализированным оборудованием
- Мы можем исследовать любые классы наноматериалов, их тепловые, оптические, магнитные и каталитические свойства стандартными и нестандартными методами



## Сотрудничество:

---

- Мы заинтересованы в научном и промышленном сотрудничестве и работе в одной команде
- Мы заинтересованы в создании международного Центра превосходства
- Мы готовы работать над крупными международными проектами
- Мы готовы к созданию совместного предприятия
  
- Мы также готовы обеспечить трансфер технологий на Белорусский рынок
- Мы готовы сопровождать и продвигать разработки наших партнеров в Беларуси



## Контакт:

---

- Сергей А. Филатов, к.т.н., заведующий отделением водородной энергетики, руководитель Центра сертификации углеродных наноматериалов
- Республика Беларусь, 220072, Минск, П.Бровки, 15
- почта: [fil@hmti.ac.by](mailto:fil@hmti.ac.by)
- Веб-сайт: [www.itmo.by/hydrogen\\_power/index\\_en.htm](http://www.itmo.by/hydrogen_power/index_en.htm)

