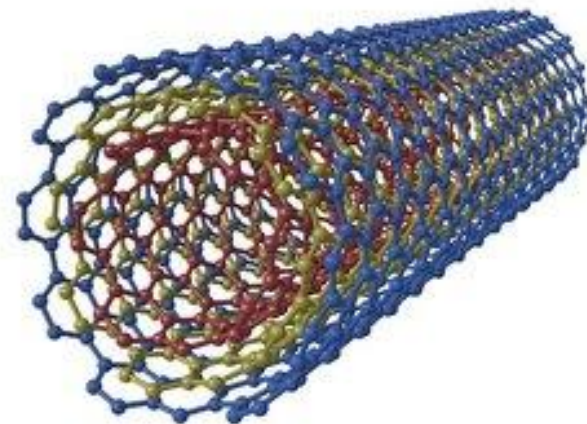


**Проект ЦНФМ НГУ и ФГБУН  
«ФИЦ «Институт катализа им.  
Г.К. Борескова СОРАН»**

**«СОЗДАНИЕ ОПЫТНОЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ  
ПРОИЗВОДСТВА КАТАЛИЗАТОРОВ  
И МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ  
НАНОТРУБОК (МУНТ) И  
РАЗРАБОТКА  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
УГЛЕРОДНЫХ НАНОАДДИТИВОВ»**



**N\*** Новосибирский  
государственный  
университет  
**\*НАСТОЯЩАЯ НАУКА**



Включен в продуктивное  
направление «Перспективные  
материалы и цифровое  
материаловедение»  
дорожной карты развития в  
Российской Федерации  
высокотехнологичной области  
«Технологии новых материалов  
и веществ» на период до 2030  
года

# Мотивация

Carbon Nanotubes Market  
Size, Share | Industry  
Forecast, 2030

Мировой рынок  
углеродных нанотрубок  
2017 г. - 15,3 млрд  
долларов 2030 г. - 103,2  
млрд долларов  
Рост на 16,3% в год



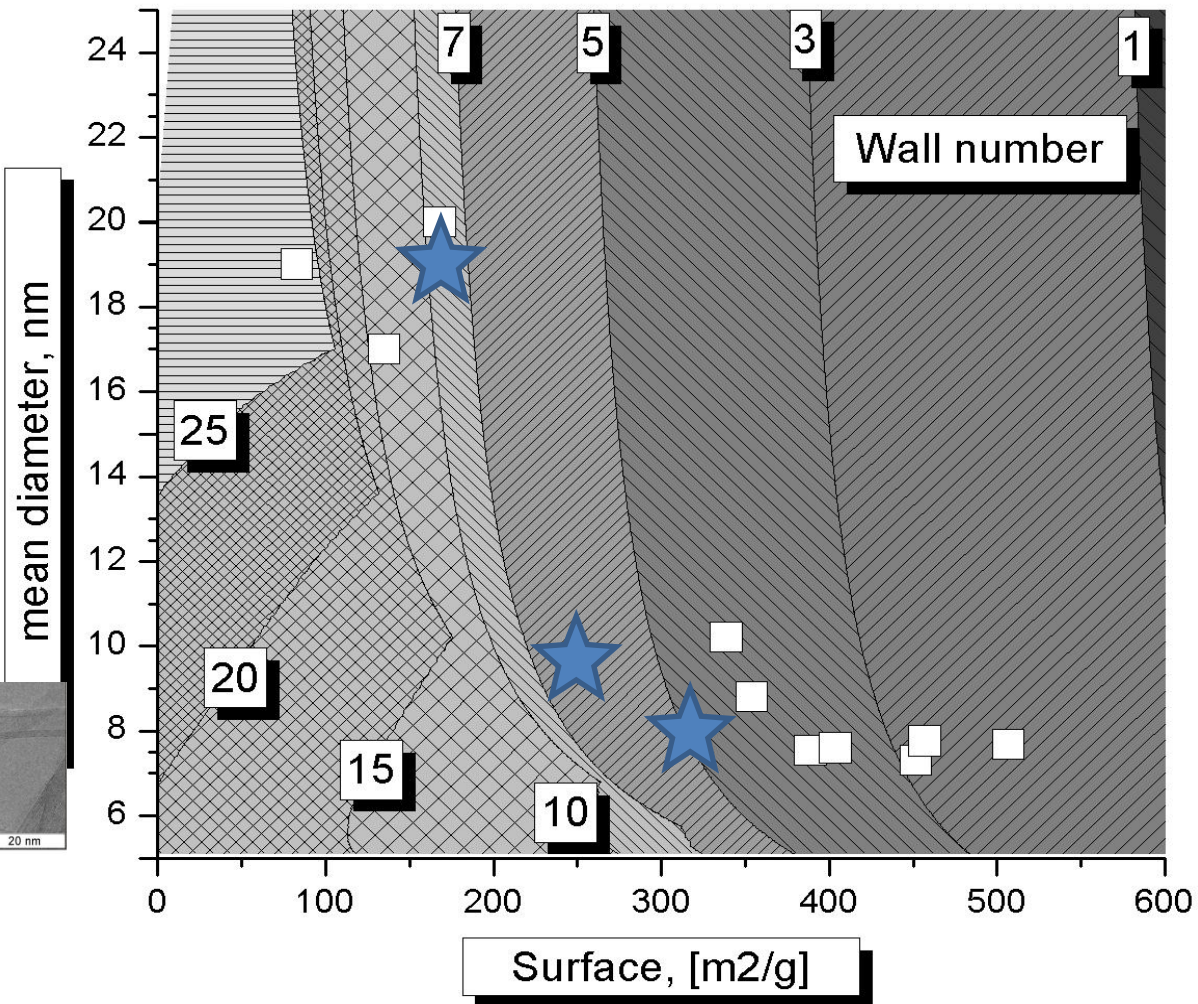
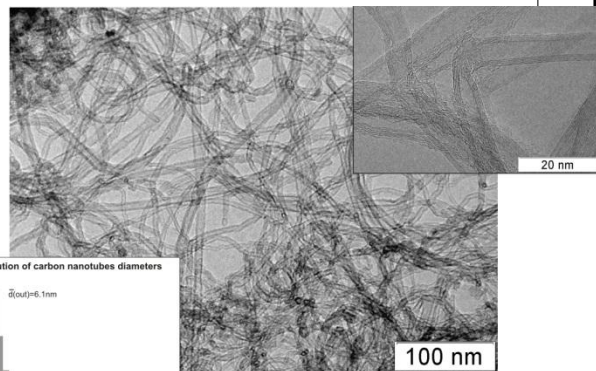
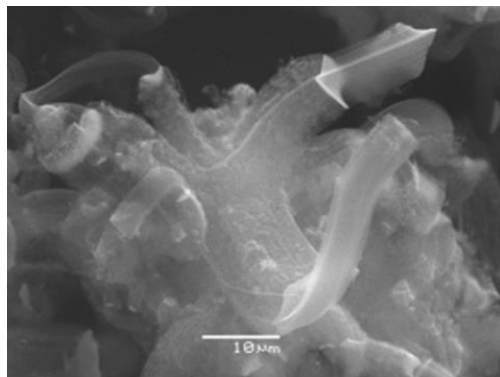
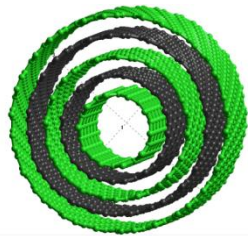
LG Chem's CNT 2 plant in Yeosu - 1200 тонн в год  
2024- 3-4 заводы - 6400 тонн в год

# Области применения УНТ





# Семейство УНТ, соотношение среднего диаметра и поверхности



Различные приложения требуют УНТ с оптимальными для них свойствами

# Структура проекта

## ИК СО РАН

Разработка технологий получения катализаторов синтеза МУНТ и процесса синтеза многослойных углеродных нанотрубок

Технология получения катализаторов синтеза МУНТ со средними диаметрами 7-20 нм



Масштабируемая Технология синтеза МУНТ из этилена в реакторе с псевдоожиженным слоем (производительностью до 90 т в год)



## ЦНФМ НГУ

Разработка модифицированных материалов с применением углеродных наноаддитивов (МУНТ

Мастербатчи и полупродукты для введения МУНТ в композиты



Термопласты

Реактопласты

Резины

Эластомеры

# Уровень технологической готовности (TRL=6-7) технологий получения катализаторов и процесса синтеза многослойных углеродных нанотрубок с контролируемыми свойствами

✓ Разработаны нанокаталитические системы для синтеза МУНТ

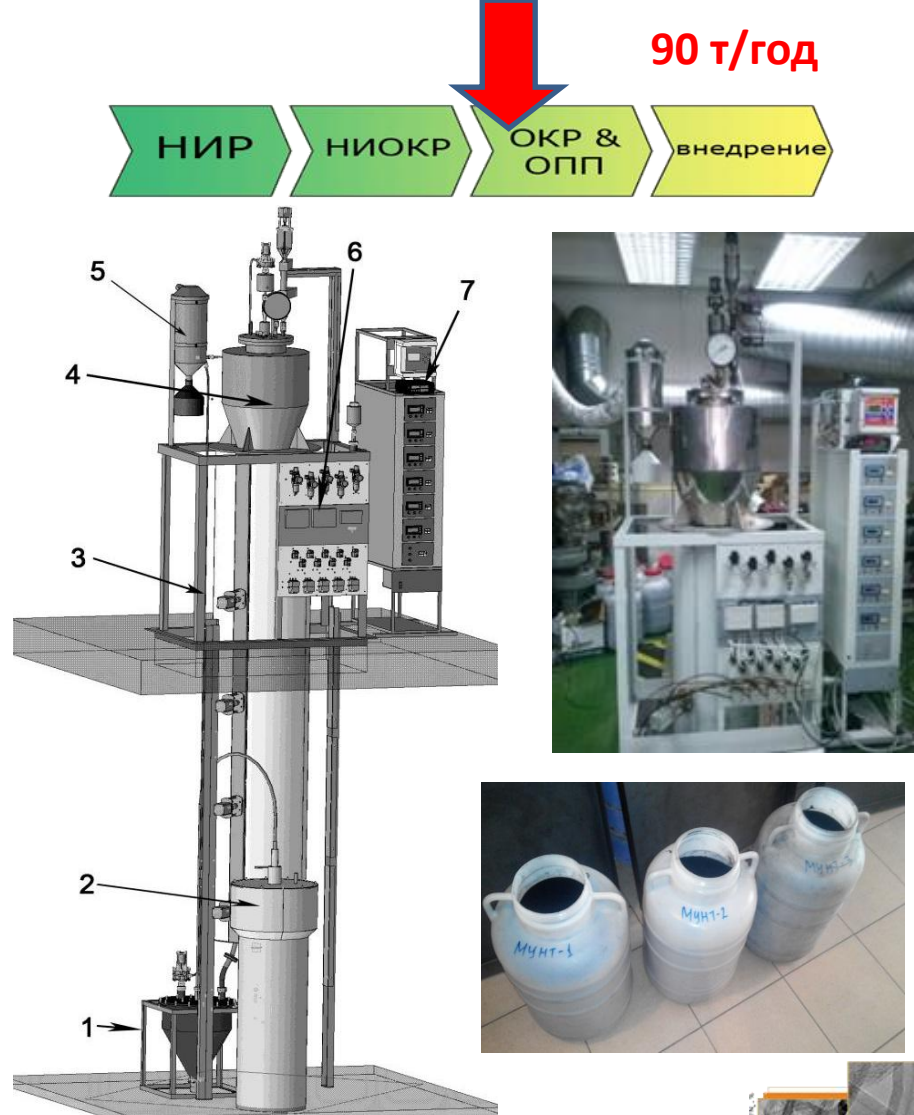
✓ Создана пилотная установка для отработки технологии получения МУНТ и наработки опытных образцов МУНТ, до 3 тонн в год)

✓ Разработана математическая модель синтеза МУНТ в реакторе с псевдоожиженным слоем

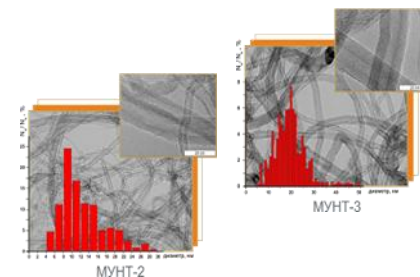
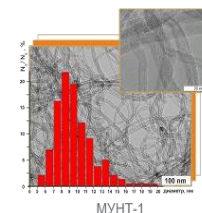
✓ Оптимизированы параметры работы реактора с учетом требований к чистоте продукта и максимальной производительности реактора

✓ Разработан регламент на получение МУНТ из этилена

✓ Нарбатываются образцы различных типов МУНТ



1 – промежуточная емкость, 2 – емкость готового продукта, 3 – стойка реактора, 4 – реакторная труба, 5 – фильтр очистки отходящих газов, 6 – щит пневматического управления, 7 – стойка управления с контрольно-измерительными приборами.



Три типа МУНТ



# Проект «Создание технологических линий для производства катализаторов и многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) мощностью до 90 тонн в год»



- Первое в РФ промышленное производство МУНТ нескольких типов и полупродуктов на их основе
- Импортозамещение и технологический суверенитет
- Базовая технология и сырьё для множества отраслей современной промышленности
- Возможности тиражирования и масштабирования

## Объем мирового рынка УНТ :

4,25 млрд \$ (2025) => 13,88 млрд \$ (2034)

(темпы роста в 14,04% в год)

14 Jan 2025, Report Code 1780,

Category : Chemical and Material

<https://www.precedenceresearch.com/carbon-nanotubes-market>



Уровень технологической готовности (TRL=5-6) технологий получения катализаторов и процесса синтеза МУНТ с контролируемыми свойствами

Источники

Термопласты

Термопласты

Функциональные покрытия

Шины и РТИ

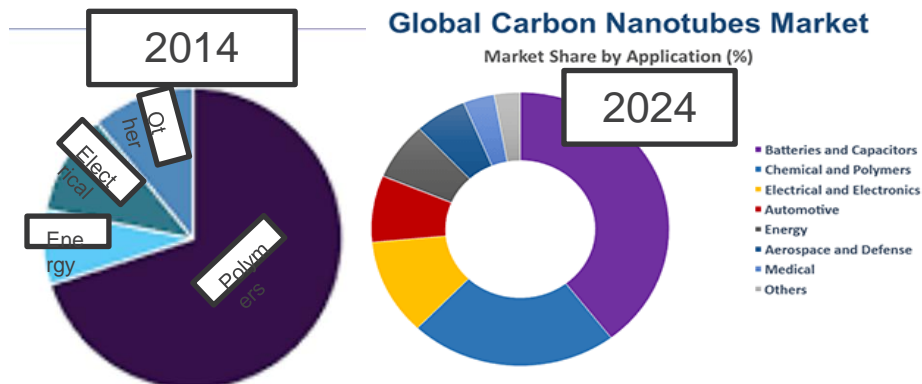


Институт катализа  
Им.Г.К.Борескова  
СО РАН



ЦНФМ  
РАЗРАБОТКА . МОДЕЛИРОВАНИЕ . ВНЕДРЕНИЕ

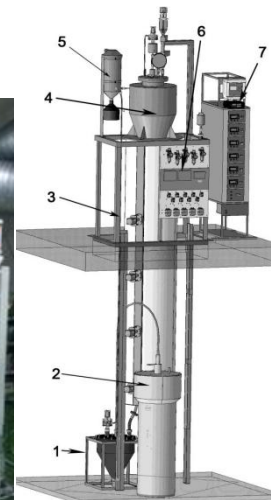
**N\*** Новосибирский  
государственный  
университет  
**\*НАСТОЯЩАЯ НАУКА**



<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/carbon-nanotubes-cnt-market>

<https://www.expertmarketresearch.com/reports/carbon-nanotubes-market>

Пилотная установка для отработки технологии получения до 3 тонн в год



# Направление: Многостенные углеродные нанотрубки и их применения



## Цель проекта

Формирование и развитие российского рынка материалов на основе МУНТ с использованием отечественной сырьевой базы

- Технология производства МУНТ в реакторе с производительностью до 75-90 т/г.
- Производственные линии МУНТ-содержащих полупродуктов и суперконцентратов
- Производственные линии МУНТ-содержащих материалов с требуемыми электрическими, физико - механическими свойствами

## Партнеры

- Институт катализа СО РАН
- АО «НИИГрафит»
- МФТИ
- ВолГТУ
- ПАО Газпром
- СИБУР
- АО «Новосибирский завод радиодеталей «Оксид»
- Айкон Тайерс
- ГК Росатом
- ПАО "Татнефть"
- АО «Композит»
- АО «Металион»
- ООО «Ренера»

## ПО ИТОГАМ ПРОЕКТА БУДУТ СОЗДАНЫ:

- экономически эффективная технология промышленного производства МУНТ, превосходящая зарубежные аналоги (LG, Cnano, Nanocyl),
- материалы с улучшенными прочностными и эксплуатационными свойствами для энергетической, автомобильной, судостроительной, аэрокосмической и др. отраслей промышленности,
- инфраструктура для получения, исследования и применения новых материалов на базе НГУ

## Области применения МУНТ (в рамках проекта планирует разработка полуфабрикатов с соответствующими свойствами)

### Функциональные покрытия

- Антистатические полы, краски, гелькоуты, металлопокрытия
- Электропроводящие грунтовки
- Экранирующие покрытия
- Антикоррозионные краски
- Износостойкие и трещиностойкие покрытия
- Покрытия с возможностью резистивного нагрева

### Композиты

- Препреги с повышенной трещиностойкостью и ударной прочностью для авто- и авиастроения
- Антистатические трубы для систем вентиляции шахт
- Полиэфирные SMC/BMC: антистатические корпуса для электроники, решетчатые настилы, люки, емкости, оснастка

### Термопласты

- Экранирующие/антистатические/электропроводящие конструкционные пластики с улучшенным физмехом
- Экструзионный токопроводящий слой силового кабеля
- Антистатические емкости методом ротационного формования
- Композиты с повышенной трещиностойкостью и ударной прочностью для авто- и авиастроения

### Шины и РТИ

- Легковые, грузовые, промышленные шины с улучшенными физико-механическими, динамическими и эксплуатационными свойствами
- Конвейерные ленты
- Приводные ремни
- Кольца, манжеты, сальники
- Профили, уплотнители
- Морозостойкие изделия (манжеты, кольца, муфты)

### Источники тока

- Нанокompозитные электродные материалы аккумуляторных батарей
- Катодный материал для LIB с улучшенными характеристиками
- Композитный Si/C анод для LIB с увеличенной емкостью и стабильностью для БПЛА
- Электродный материал для суперконденсаторов (для батарей, электроавтомобилей, БАС, систем хранения энергии, электроники)

# Потенциальные потребители и перспективные области применения

Компоненты высокопрочных конструкционных композитов на основе волокнистых материалов, в том числе для ракетной и аэрокосмической отраслей;



«Черное крыло»



<http://gcaptain.com/whats-awesome-carbon-nanotubes/#.VfGO1ZfseH8>

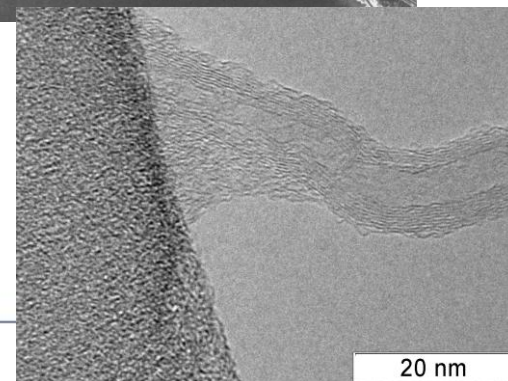
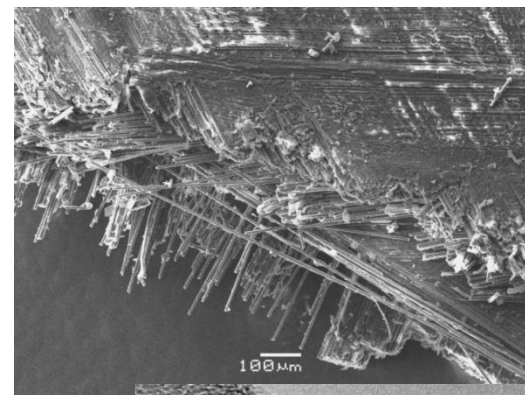


[http://www.giant-bicycles.com/en-us/technology/composite\\_technology/55](http://www.giant-bicycles.com/en-us/technology/composite_technology/55)



**Как это работает:** углеродные или стеклянные волокна склеены эпоксидной смолой, армированной МУНТ

**Введение МУНТ в эпоксидные матрицы увеличивает трещиностойкость композитов**





# Наиболее важные области использования МУНТ

## Производство литий ионных аккумуляторов

<http://www.koreaittimes.com/news/articlePrint.html?idxno=105155>



**LG Chem's CNT 2 plant in Yeosu**  
**1200 тонн в год**

В мае 2021 **LG Chem** запустила свой крупнейший завод по производству углеродных нанотрубок (УНТ) в Южной Корее. Компания планирует активно ориентироваться на быстрорастущий рынок УНТ, сосредоточив внимание на материалах для аккумуляторов электромобилей, таких как анодные материалы. МУНТ, которые производятся на этом заводе, будут поставляться производителям аккумуляторов, таким как LG Energy Solution, которая в настоящее время лидирует на мировом рынке аккумуляторов для электромобилей, для производства анодов. аддитивных целей, и планирует расширить свои поставки в различные отрасли промышленности.

Если CNT используется в качестве проводящей добавки к аноду, это может уменьшить количество проводящей добавки примерно на 30% за счет обеспечения проводимости, которая более чем на 10% выше, чем у обычной сажи. Кроме того, за счет уменьшения количества проводящей добавки материал анода может быть заполнен больше, что может значительно увеличить емкость и срок службы батареи. LG Chem планирует продолжать расширять свои производственные мощности в будущем, начав расширять дополнительный завод 3 в течение этого года, поскольку рынок УНТ продолжает расти. **Промышленность прогнозирует, что мировой спрос на УНТ вырастет с 5 000 тонн в 2020 до 20 000 тонн в 2024 году, что означает среднегодовой рост более чем на 40 процентов**

## **LG Energy Solution and Honda Formally Establish Battery Production Joint Venture**

<https://global.honda/newsroom/news/2023/c230113beng.html>