

ФУЛЛЕРЕНЫ

Фуллерены — химические соединения, молекулы которых состоят только из углерода с числом атомов от 32. К основным свойствам фуллеренов следует отнести их стабильность, нерастворимость в воде, полупроводниковые свойства, фотопроводимость, безопасность для организма человека. Кроме того, они биосовместимы и обладают антиоксидантными свойствами, что в перспективе позволит их использовать в медицине.

В настоящее время фуллерены применяются в различных отраслях промышленности. Например, их используют в качестве компонентов алюминиевых сплавов повышенной прочности для электротехники и энергетики, в сверхтвердых покрытиях для микроскопов в приборостроении. Существует также ряд патентов, авторы которых предлагают использование фуллеренов в катализаторах для нефтесинтеза, при производстве искусственных алмазов (фуллереновые добавки увеличивают выход алмазов на 30%), в аккумуляторных батареях (благодаря фуллеренам они получаются экологичнее, безопаснее и легче по сравнению с литиевыми).

В медицине рассматриваются перспективы их применения в лекарствах от гастрита и язвы, в противовоспалительных, ранозаживляющих и других препаратах. Ведутся работы по использованию фуллеренов в качестве добавок в органические масла, косметические и лечебные средства.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ: ЭТАПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ФУЛЛЕРЕНОВ



ЭФФЕКТЫ

Снижение себестоимости легких и высокопрочных материалов на основе углеродных волокон, модифицированных фуллеренами.

Увеличение безопасности и экологичности аккумуляторных батарей.

Повышение качества катализаторов для нефтесинтеза и, как следствие, улучшение качества получаемого топлива.

Повышение качества медицинской помощи за счет улучшения лекарств (в том числе противораковых) и создания систем их адресной доставки.

ОЦЕНКИ РЫНКА

\$7 млрд

может достичь мировой рынок фуллеренов к 2019 г. (при сохранении среднегодового темпа роста в 14%).

Вероятный срок максимального проявления тренда: 2017–2025 гг.

ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

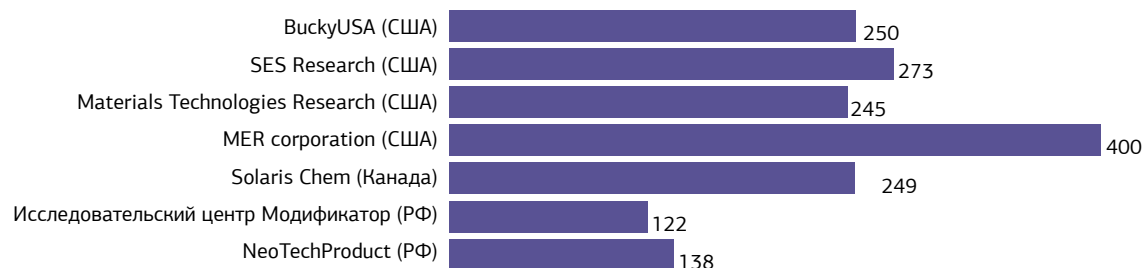
⊕ Создание пилотных установок по производству фуллеренов в промышленных масштабах.

⊕ Государственная поддержка исследований в области фуллеренов как на федеральном, так и региональном уровнях.

⊖ Отсутствие простых и менее энергозатратных способов оценки качества фуллеренов.

⊖ Высокая стоимость фуллеренов.

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: ЦЕНА ЗА 10 Г ФУЛЛЕРЕНА C₆₀ (99,5% ЧИСТОТЫ) В МИРЕ В 2015 Г., ДОЛЛАРОВ США



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

«Заделы» — наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований.

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

НАНОУГЛЕРОДНАЯ ОСНОВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО БУДУЩЕГО

Материалы с улучшенными эксплуатационными свойствами, высокопрочные и при этом легкие, устойчивые к износу, давлению и различным видам излучения, нужны для развития практически всех отраслей экономики.

Например, в судо- и машиностроении востребованы легкие и износостойкие материалы, необходимые для создания элементов обшивки конструкций. Ведутся разработки для авиационной и автомобильной промышленности, нацеленные на уменьшение веса деталей при одновременном сохранении прочности корпуса и его частей, снижения расхода топлива, улучшения качества автомобильных красок и масел. В атомной промышленности нужны новые материалы для энергетических реакторов, способные выдерживать высокие температуры, давление и радиацию. Широкие возможности открывают такие исследования для развития медицины, в том числе в целях создания противораковых аппаратов.

Решить перечисленные задачи возможно за счет создания углеродных наноматериалов — наноалмазов, углеродных нанотрубок (УНТ) и фуллеренов.

Трендлетьер выходит 2 раза в месяц.

Каждый выпуск посвящен одной теме:

- Медицина и здравоохранение
- Рациональное природопользование
- Информационно-коммуникационные технологии
- **Новые материалы и нанотехнологии**
- Биотехнологии
- Транспортные средства и системы
- Энергоэффективность и энергосбережение

В следующем номере:

Биотехнологии

Мониторинг глобальных технологических трендов проводится Институтом статистических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики (issek.hse.ru) в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

При подготовке трендлетьера использовались следующие источники: Прогноз научно-технологического развития РФ до 2030 года (prognoz2030.hse.ru), материалы научного журнала «Форсайт» (foresight-journal.hse.ru), данные Web of Science, WIPO, startbase.ru, gizmag.com, beforeitnews.com, nanonewsnet.ru, dspace.nbu.gov.ua, nanodigest.ru, abnewswire.com, reuters.com, grandviewresearch.com, nanodiamond.co.il, zondir.ru, israel.ahk.de, issras.ru, startbase.ru, f-ls.ru, geektimes.ru, bccresearch.com и др.

Более детальную информацию о результатах исследования можно получить в Институте статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ: issek@hse.ru, +7 (495) 621-82-74.

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2015

Над выпуском работали: Екатерина Жукова (ТИСНУМ), Анна Соколова, Константин Вишневский, Надежда Микова, Вероника Ефименко, Лилия Киселева, Елена Гутарук, Ким Воронин.

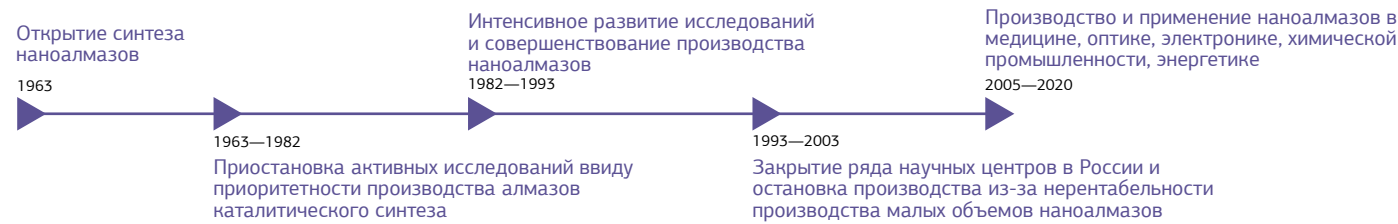
НАНОАЛМАЗЫ

Наноалмазы — углеродные материалы со структурой алмаза и характерным размером кристаллита до 10 нм — обладают ярко выраженной химически активной поверхностью, высокой сорбционной способностью, устойчивостью в масляных суспензиях, радиационной стойкостью, а также безопасностью для организма.

Спектр применения наноалмазов варьируется от автомобилестроения (улучшают качество смазочных масел, смазочно-охлаждающих жидкостей и автомобильных красок), производства лазерной техники, оптики и твердотельной электроники (оптимизируют микроабразивные и полировальные составы, абразивные инструменты) до нефтедобычи (усиливают эксплуатационные свойства хром-алмазных износостойких покрытий) и биомедицины.

Ряд наиболее многообещающих приложений с использованием наноалмазов разрабатывается для медицины: с их помощью можно выделять белки, создавать средства борьбы с раковыми опухолями, ожогами, аллергическими контактными дерматитами и другими недугами. Тесты на применение наноалмазов в качестве средств доставки лекарств к здоровым клеткам (либо ядовитых веществ к опухолевым клеткам) показали отсутствие негативных последствий для здоровых клеток организма, в отличие от современных способов доставки.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ: ЭТАПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ НАНОАЛМАЗОВ



ЭФФЕКТЫ

Снижение стоимости промышленной техники за счет увеличения ее межремонтного ресурса, продолжительной эксплуатации без капитального ремонта.

Уменьшение расхода горюче-смазочных материалов благодаря наноалмазным присадкам в маслах.

Переход на более высокий уровень производства лазерной техники, оптики и твердотельной электроники.

Повышение качества медицинской помощи за счет применения биокомпозитов с использованием наноалмазов.

ОЦЕНКИ РЫНКА

\$1,5 млрд

может достичь мировой рынок наноалмазов к 2020 г.

Продажи на мировом рынке в 2015 г. исчисляются 300 млн долларов (или 100 т наноалмазов).

Вероятный срок максимального проявления тренда: 2020—2025 гг.

ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

⬆️ Наличие опытно-промышленного производства (уже разработана технология получения наноалмазов, дающая стабильный результат).

⬆️ Существование эффективного способа очистки от примесей аморфного углерода.

⊖ Разный уровень качества наноалмазов у различных производителей.

⊖ Длительность внедрения технологии в промышленное производство.

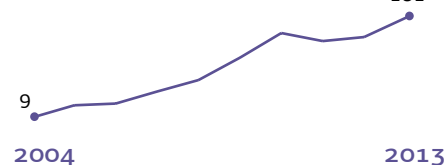
СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: РЫНОК ПРИЛОЖЕНИЙ НАНОАЛМАЗОВ В МИРЕ В ПЕРИОД 2009—2015 Г., МЛРД ДОЛЛАРОВ США



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

«Задель» — наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований.

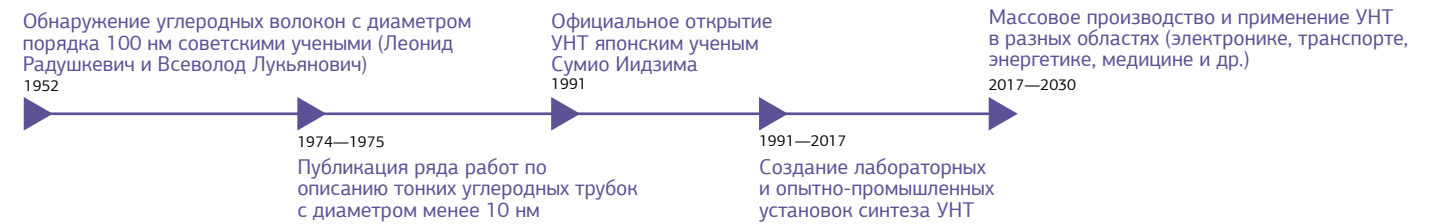
УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

Углеродные нанотрубки (УНТ) — свернутые в цилиндр графитовые слои диаметром до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров — уникальным образом сочетают в себе хорошую электропроводность и высокую адсорбционность, способность к холодной эмиссии электронов и аккумулярованию газов, диамагнитные характеристики, химическую и термическую стабильность.

Материалы на основе УНТ могут использоваться в аккумуляторах водорода, элементах радиоэлектроники, конструкция корпуса, а также в качестве высокоэффективных адсорбентов, в ортопедических имплантах. Уже представлены первые образцы их применения для создания аналогов полупроводниковых транзисторов, однако такие разработки еще не достигли уровня массового производства.

Широко обсуждается использование УНТ в тонком химическом синтезе, биологии, медицине, атомной, авиационной и автомобильной промышленности. Например, ведутся разработки по увеличению запаса хода электромобилей посредством повышения эффективности их обогрева, что реализуется при помощи панельных радиаторов с покрытием из углеродных нанотрубок (взамен более тяжелых и энергозатратных медных проволочных нагревателей).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ: ЭТАПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ УНТ



ЭФФЕКТЫ

Снижение себестоимости легких и высокопрочных материалов на основе углеродных волокон, модифицированных нанотрубками для машино-, авиа- и судостроения.

Снижение стоимости, повышение энергоэффективности и срока эксплуатации электронной техники благодаря использованию УНТ в качестве основы для ее элементов.

Улучшение качества диагностики и доставки лекарств.

ОЦЕНКИ РЫНКА

\$3,4 млрд

составит мировой рынок углеродных нанотрубок к 2022 г. (при среднегодовом темпе роста в 14,8%).

Вероятный срок максимального проявления тренда: 2017—2025 гг.

ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

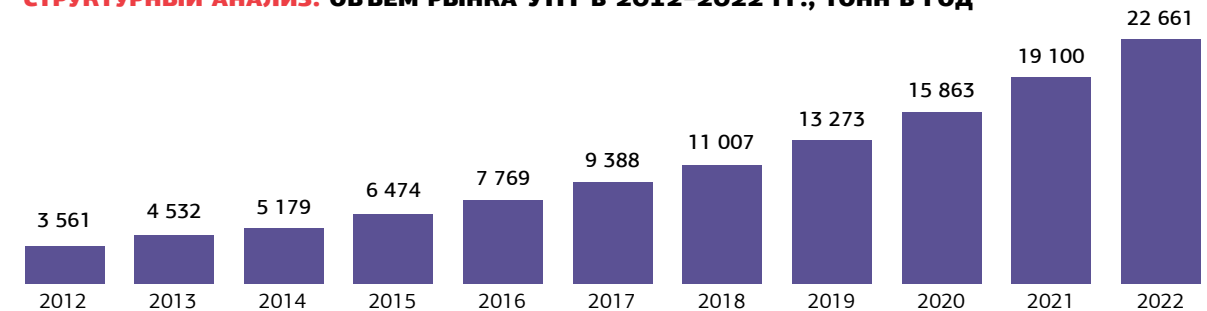
⬆️ Наличие ПО для математического моделирования объектов с углеродными нанотрубками.

⬆️ Высокий интерес к этому направлению разработок, существование большого числа лабораторий, изучающих способы получения и модификации УНТ.

⊖ Сложность синтеза и последующей очистки УНТ от примесей аморфного углерода и металла-катализатора.

⊖ Высокая стоимость производства УНТ, длительность внедрения инноваций и коммерциализации.

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: ОБЪЕМ РЫНКА УНТ В 2012—2022 ГГ., ТОНН В ГОД



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

«Задель» — наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований.