



eНано

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ

Сверхтвердые материалы: алмаз и кубический нитрид бора

*Как ученые помогают инженерам создавать
новые сверхтвердые материалы?*



- ▶ *Историю создания сверхтвёрдых материалов*
- ▶ *Применение сверхтвёрдых материалов*
- ▶ *Современные технологии получения сверхтвёрдых материалов*
- ▶ *Направления исследований ИМЕТ РАН*

Сверхтвёрдые материалы (СТКМ) — монокристаллические и поликристаллических материалы на основе кубического нитрида бора (КНБ) или алмаза (ПКА) с твердостью выше 20-25 ГПа.

Профессиональное определение

Сверхтвёрдые материалы (СТКМ) — группа веществ, обладающих высочайшей твердостью, к которой относят материалы, твердость и износоустойчивость которых превышает твердость и износоустойчивость твёрдых сплавов на основе карбидов вольфрама и титана с кобальтовой связкой карбидтитановых сплавов на никель-молибденовой связке. Широко применяемые сверхтвердые материалы: электрокорунд, победит, оксид циркония, карбид кремния, карбид бора, боразон, диборид рения, алмаз.

[Википедия](#)



Машиностроение и авиакосмическая отрасль
Фрезерование и токарная обработка

КНБ: Принцип работы - «горячий нож и холодное масло»

ПКА: Принцип работы – «острое и твердое лезвие»

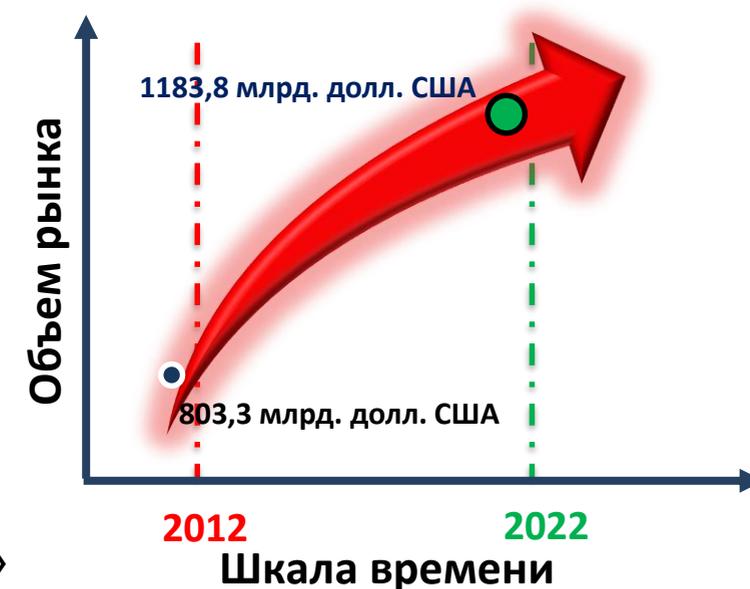


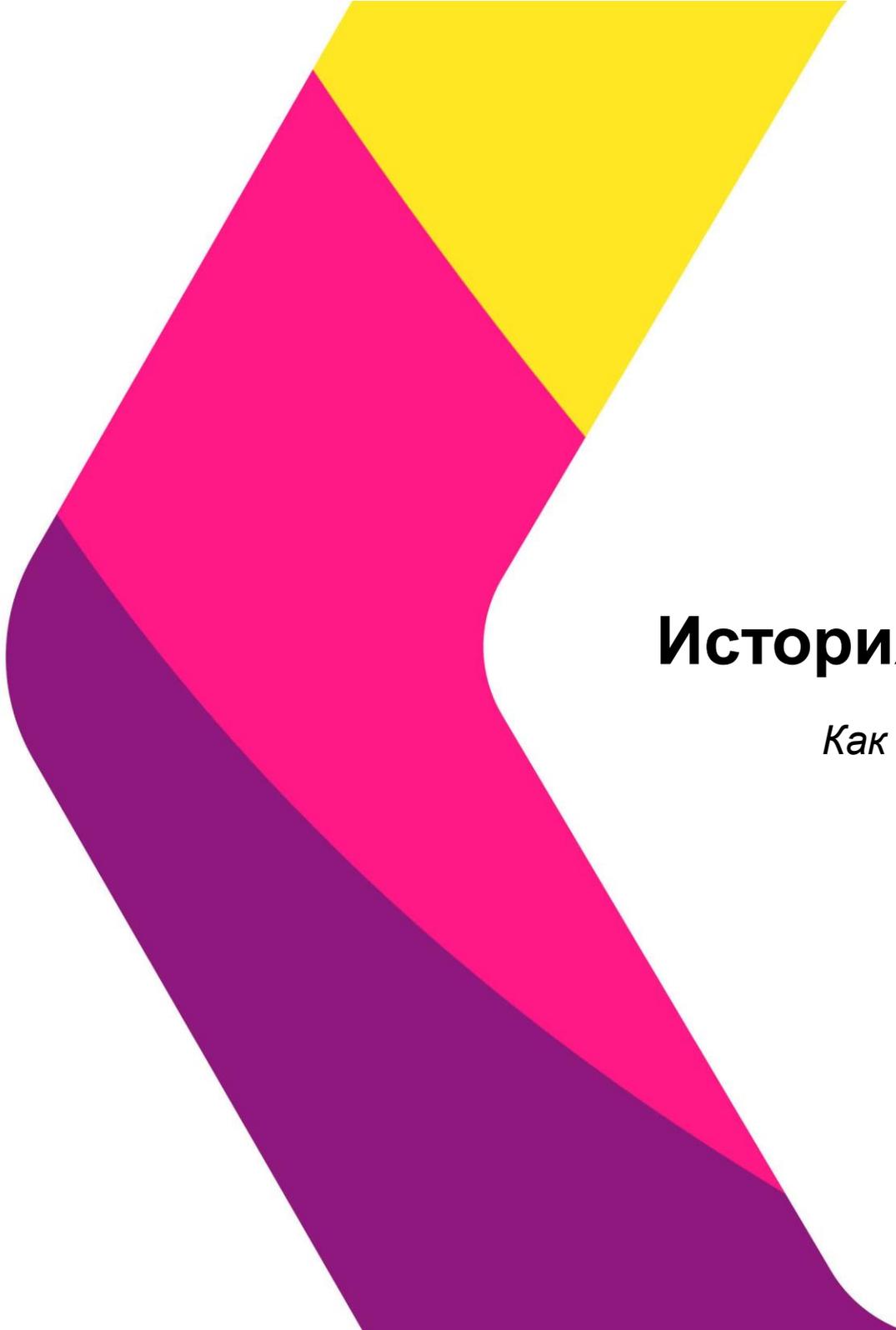
Нефтегазовая и горнорудная отрасль
Бурение скважин и добыча руды

КНБ: Применение ограничено

ПКА: Принцип работы – «резание породы из-за твердости»

**Прогноз мирового рынка
сверхтвердых материалов
(КНБ и ПКА) до 2022 г – в
долларах США**

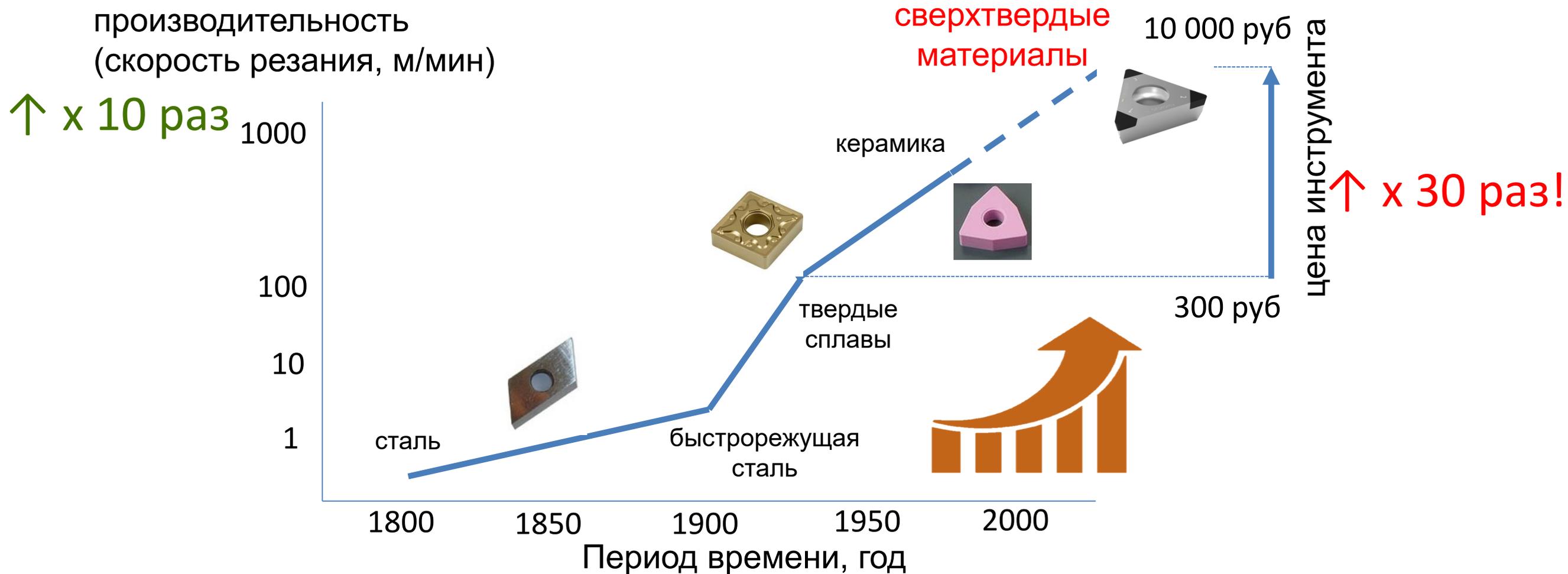


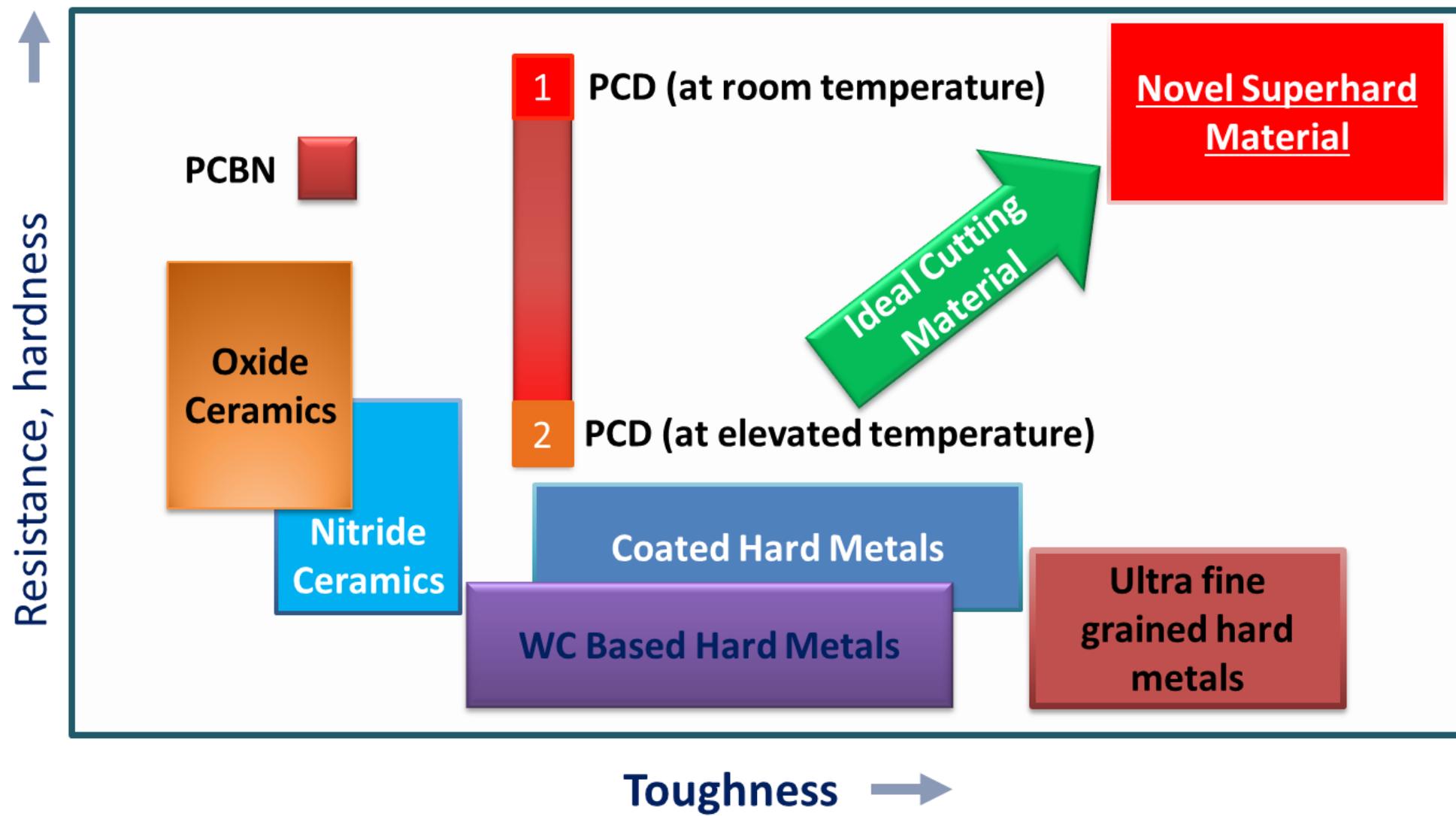


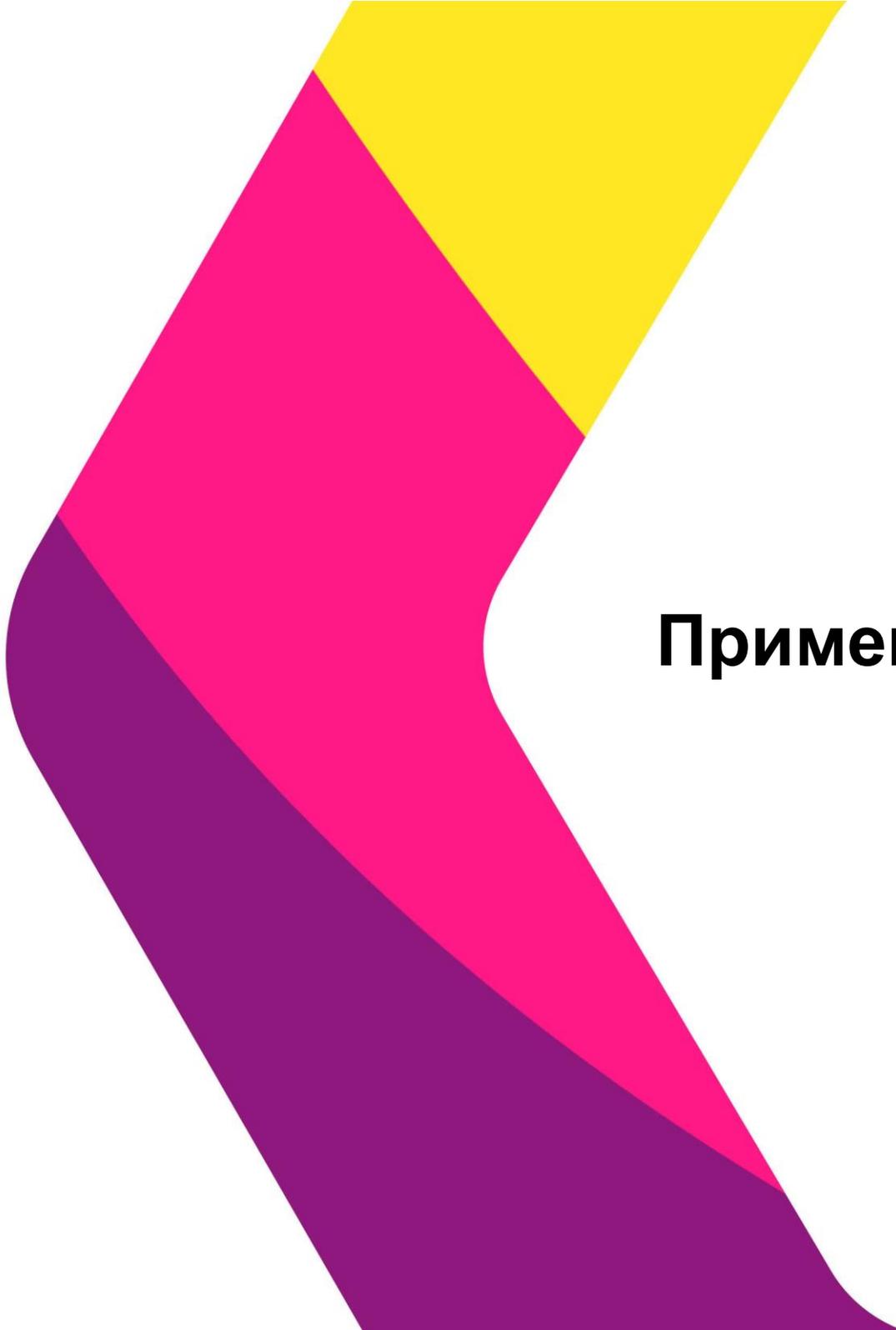
История создания сверхтвердых материалов

Как открытие ученых позволило создать целую отрасль?

Инструментальные материалы







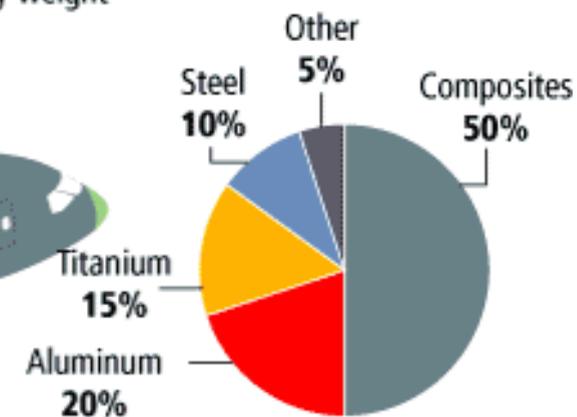
Применение сверхтвердых материалов

В каких отраслях применяются и чем полезны?

Materials used in 787 body



Total materials used By weight

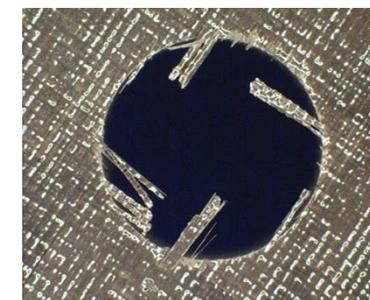


By comparison, the 777 uses 12 percent composites and 50 percent aluminum.



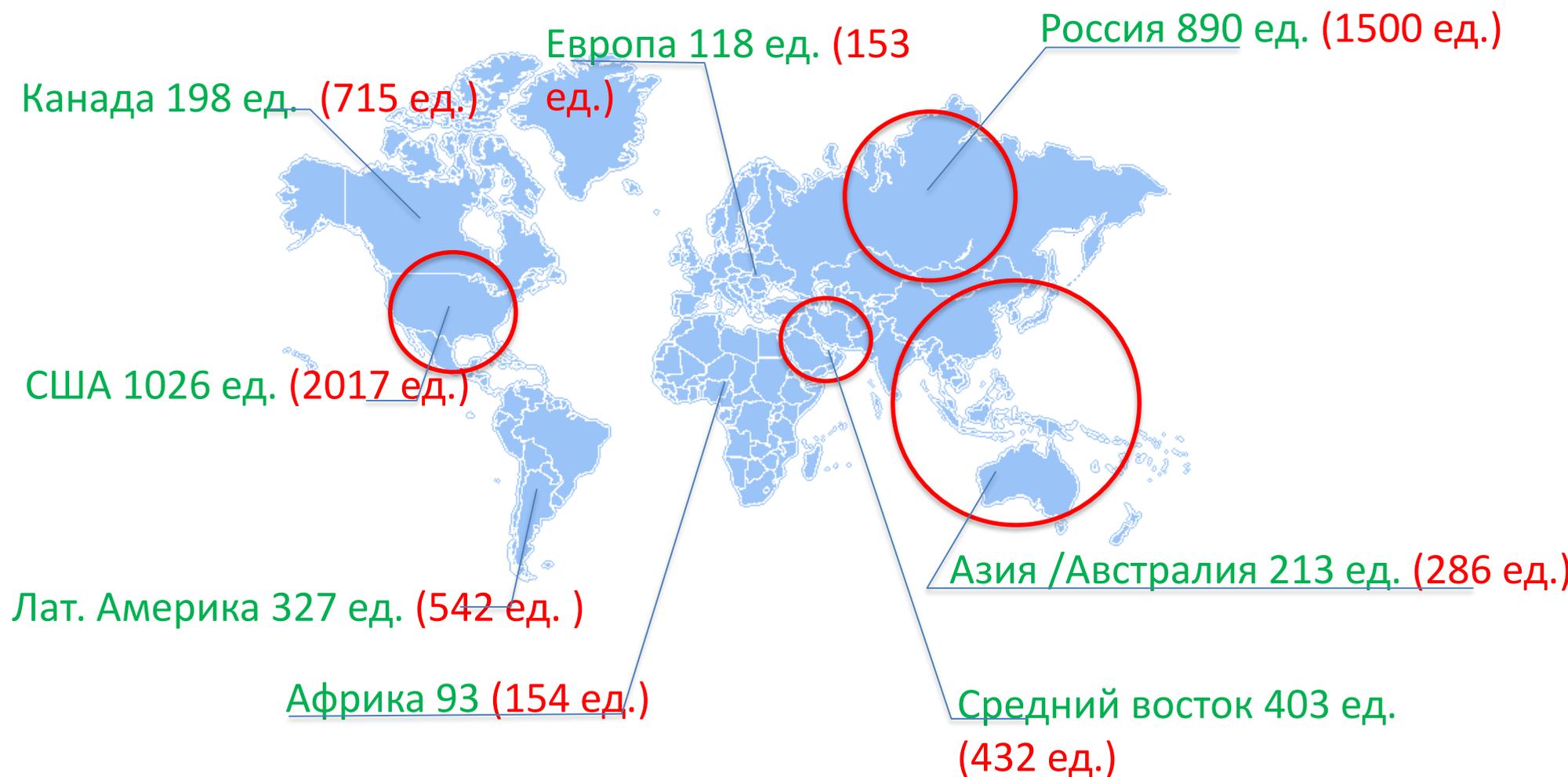
Новые труднообрабатываемые материалы

- Композиты
- Титановые сплавы
- Алюминиевые сплавы
- Стали



Нефтегазовая и горнорудная отрасль

Число буровых установок – 3284 ед. Замена долота – 28 тыс. USD/ед



Закаленные и сырые чугуны

- Блоки двигателей
- Тормозные системы
- Детали сцепления
- Корпусы коробок передач
- Детали насосов
- Валы
- Колеса

Закаленные стали

- Шестерни
- Механизмы передач
- Детали трансмиссии
- Валы
- Элементы рулевого управления
- Подшипники

Суперсплавы

- Лопасты турбин
- Валы двигателя
- Лопатки турбин
- Турбины
- Корпусы

Цветные металлы и твердые сплавы

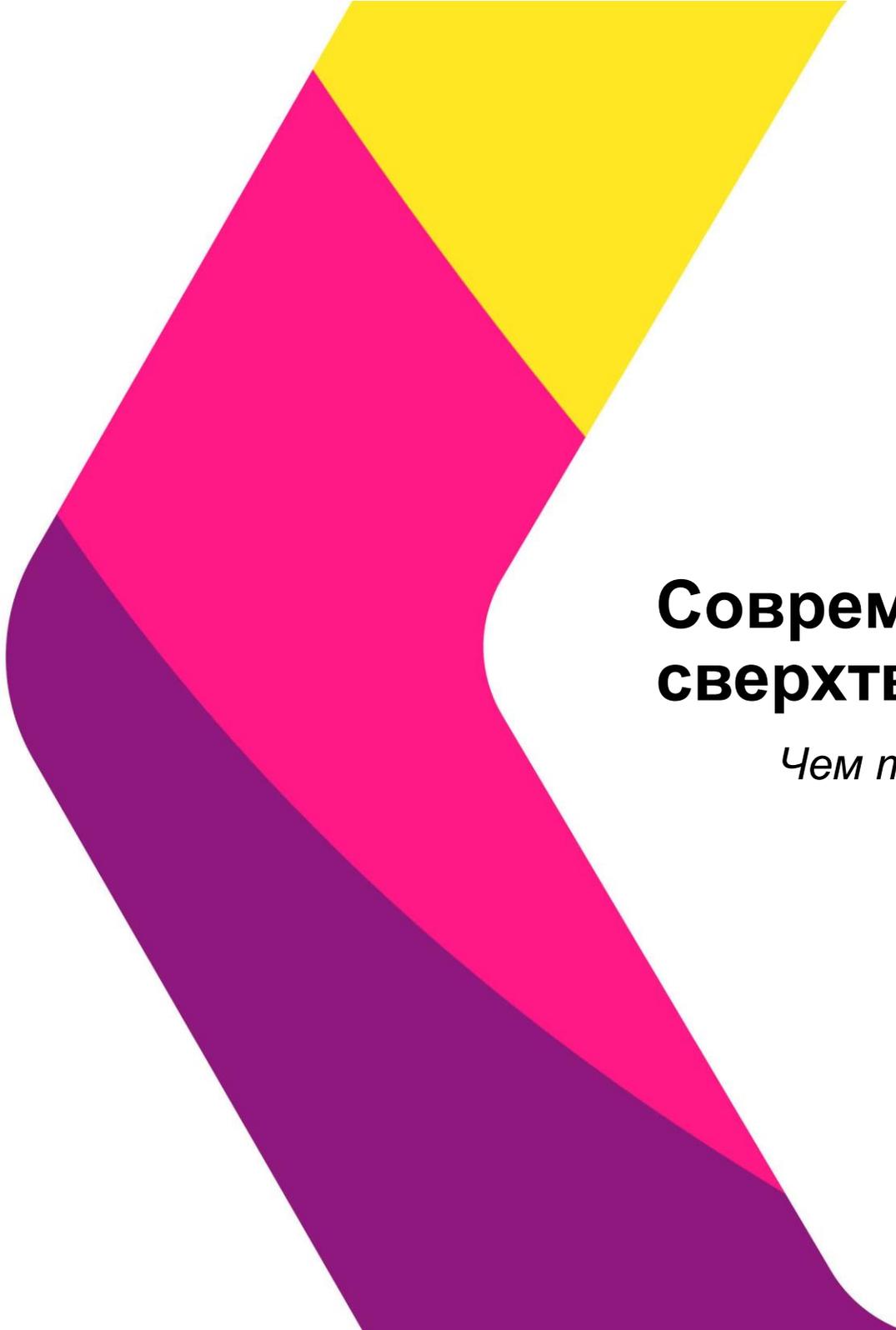
- Сплавы с высоким и низким содержанием Si/Al
- Композиционные материалы на основе алюминия
- Сплавы на основе меди
- Твердые сплавы

Неметаллические материалы

- Дерево и композиты на его основе
- Современные композиционные материалы: карбон, графит-эпоксидная смола, стекловолокнистые материалы
- Керамика

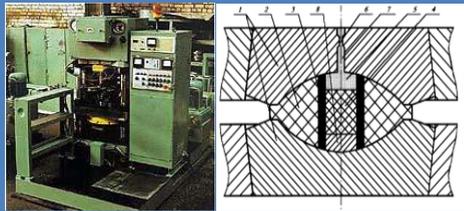
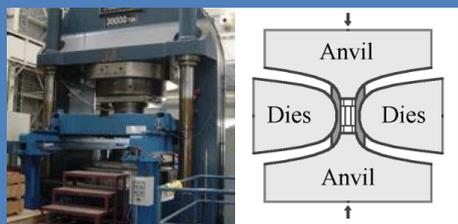
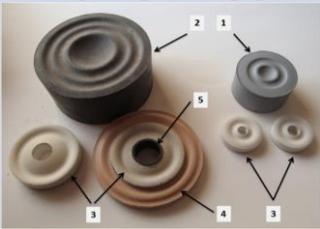
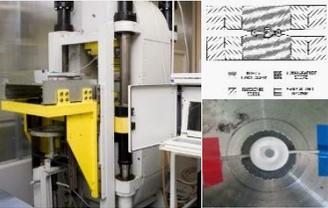
Разработка месторождений (бурение)

- Руды
- Природный газ
- Нефть
- Сланцы



Современные технологии получения сверхтвердых материалов

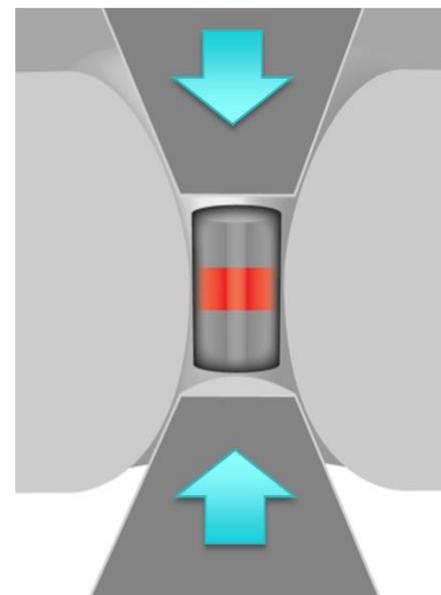
*Чем технология получения сверхтвердых материалов
отличается от других?*

INDUSTRY	<p>LENTIL-TYPE CELL</p>  <p>up to 5.5 GPa</p>	<p>«BELT» PRESS SYSTEM</p>  <p>up to 6.0 GPa</p>	<p>CUBIC PRESS SYSTEM</p>  <p>up to 9.0 GPa</p>
	<p>«BARS» APPARATUS</p>  <p>up to 6.0 GPa</p>	<p>TOROID-35</p>  <p>up to 10.0 GPa</p>	<p>HYDRAVLIC PRESS</p>  <p>up to 50000 tons¹</p>
	<p>TOROID-15</p>  <p>up to 12 GPa</p>	<p>MULTI ANVIL APPARATUS</p>  <p>up to 27.0 GPa</p>	<p>DIAMOND ANVIL CELL</p>  <p>up to 120.0 GPa</p>

PRESSURE →

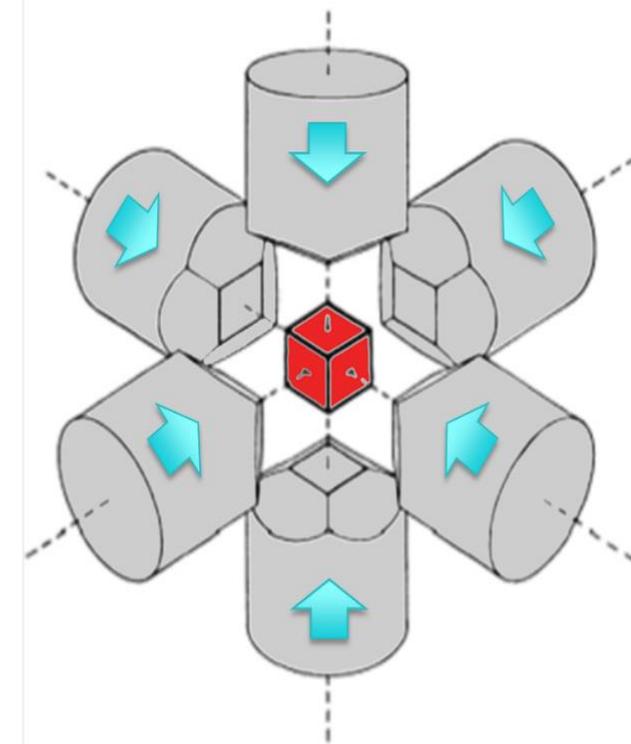


Типовая технология



2 тонкие заготовки за 1 час
(цикл синтеза)

Ключевая технология



1 крупноразмерная
заготовка за 20 минут
(цикл синтеза)



Исследование и разработки ИМЕТ РАН

Почему нужно создавать технологии получения новых материалов и кому это нужно?



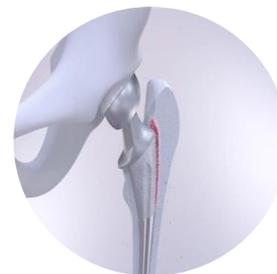
► **Металлы**



► **Керамика**



► **КОМПОЗИТЫ**



► **КОМПОЗИТЫ**



eНано

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ

Анохин Александр Сергеевич

Заместитель директора по научной работе, к.т.н.

ИМЕТ РАН

+7 (499) 135-96-36

aa@imet.ac.ru

 117036, г. Москва, проспект
60-летия Октября, 10А,

 Тел.: +7 495 988 53 88

 E-mail: info@edunano.ru

 www.edunano.ru