



ТОПЛИВНАЯ КОМПАНИЯ РОСАТОМА  
**ТВЭЛ**

**О перспективах развития крупного научно-производственного инфраструктурного комплекса для реализации высокотехнологических и прорывных инноваций и их продвижения в ключевые отрасли экономики, включая энергетику, транспорт и др.**

**Парфенов А.А., к.т.н.**

**Начальник отдела организации работ по нанотехнологиям и наноматериалам  
ОАО «ВНИИНМ»**

**Тел.: +7(499)190-81-31**

**E-mail: [parfenov@bochvar.ru](mailto:parfenov@bochvar.ru)**

**Конференция «Россия и ВТО: Угрозы и возможности в новых международных макроэкономических и правовых условиях. Пути повышения конкурентоспособности отечественного производства»**

**Москва, ТПП РФ**

**08 февраля 2013 г.**



Инфраструктурная база российского сектора наноиндустрии создается в виде **национальной нанотехнологической сети (ННС)** как совокупности организаций различных организационно-правовых форм, выполняющих фундаментальные и прикладные **исследования**, осуществляющих процессы **коммерциализации** технологий, а также ведущих **подготовку кадров** в области нанотехнологий





## Регламентирующие документы в области нанотехнологической программы

**«Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года»** является программой реализации президентской инициативы

**"Стратегия развития nanoиндустрии"** (№ Пр-688 от 24 апреля 2007 г.), обеспечивающей развитие и логическое продолжение

**«Концепции развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий на период до 2010 года»** (одобрена Председателем Правительства РФ 18 ноября 2004 г. № МФ-П7-6194), и

**«Программы координации работ в области нанотехнологий и наноматериалов в Российской Федерации»** (одобрена распоряжением Правительства РФ от 25 августа 2006 г. № 1188-р)

**ФЦП «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в Российской Федерации на 2008-2011 годы»** (утверждена постановлением Правительства РФ от 2 августа 2007 г. № 498)



Инструменты государственной поддержки исследований и разработок в области наноиндустрии:

ФЦП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы",

ФЦП "Национальная технологическая база" на 2007-2011 годы,

ФЦП "Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008-2011 годы",

Федеральная космическая программа России на 2006-2015 годы;

Государственная программа вооружения на 2007-2015 годы;

Программа Российской академии медицинских наук "Нанотехнологии и наноматериалы в медицине" на период 2008-2015 годы

*Основная цель - переход от научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области нанотехнологий и наноматериалов к формированию конкурентоспособного рынка нанопродукции в России*



### Инструменты, направленные на создание и производство продукции наноиндустрии:

- проекты и программы, финансируемые ОАО "Роснано";
- программа поддержки создания новых высокотехнологичных компаний наноиндустрии (Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере);
- мероприятия по государственной поддержке малого предпринимательства (Министерство экономического развития РФ);
- венчурное финансирование компаний наноиндустрии (ОАО «Российская венчурная компания», другие участники венчурного финансирования);
- поддержка экспорта компаний наноиндустрии (Государственная корпорация «Банк развития и внешнеэкономической деятельности») и другие.

Инструментом поддержки развития нанотехнологий в России являются международные программы и проекты, в ходе реализации которых будет осуществляться сотрудничество с целью гармонизации российской и зарубежной нормативно-правовой базы регулирования нанотехнологий, содействия привлечению зарубежных инвестиций в развитие и распространение нанотехнологий и наноиндустрии, содействия развитию торговли нанотехнологическими материалами и оборудованием, ноу-хау, услугами.



## Функции головной организации атомной отрасли

Координация разработок конкурентоспособных на мировом рынке коммерческих нанотехнологий.



Разработка новых отраслевых нанотехнологий, конкурентоспособных на мировом рынке.



Координация проектов трансфера нанотехнологий



Отраслевой мониторинг мероприятий Программы, включая сбор информации о ее результативности, производстве и продаже продукции nanoиндустрии;



Обеспечение эффективного использования Комплекса оборудования для выпуска наноматериалов, как базы Центра коллективного пользования промышленным оборудованием



Координация проектов международного научно-технического сотрудничества в сфере компетенции ГК «Росатом» по направлению Программы



Координация работ по стандартизации, сертификации и метрологическому обеспечению, поддержке патентования и лицензирования новых нанотехнологий и наноматериалов для энергетики





## Инвестиционный объект

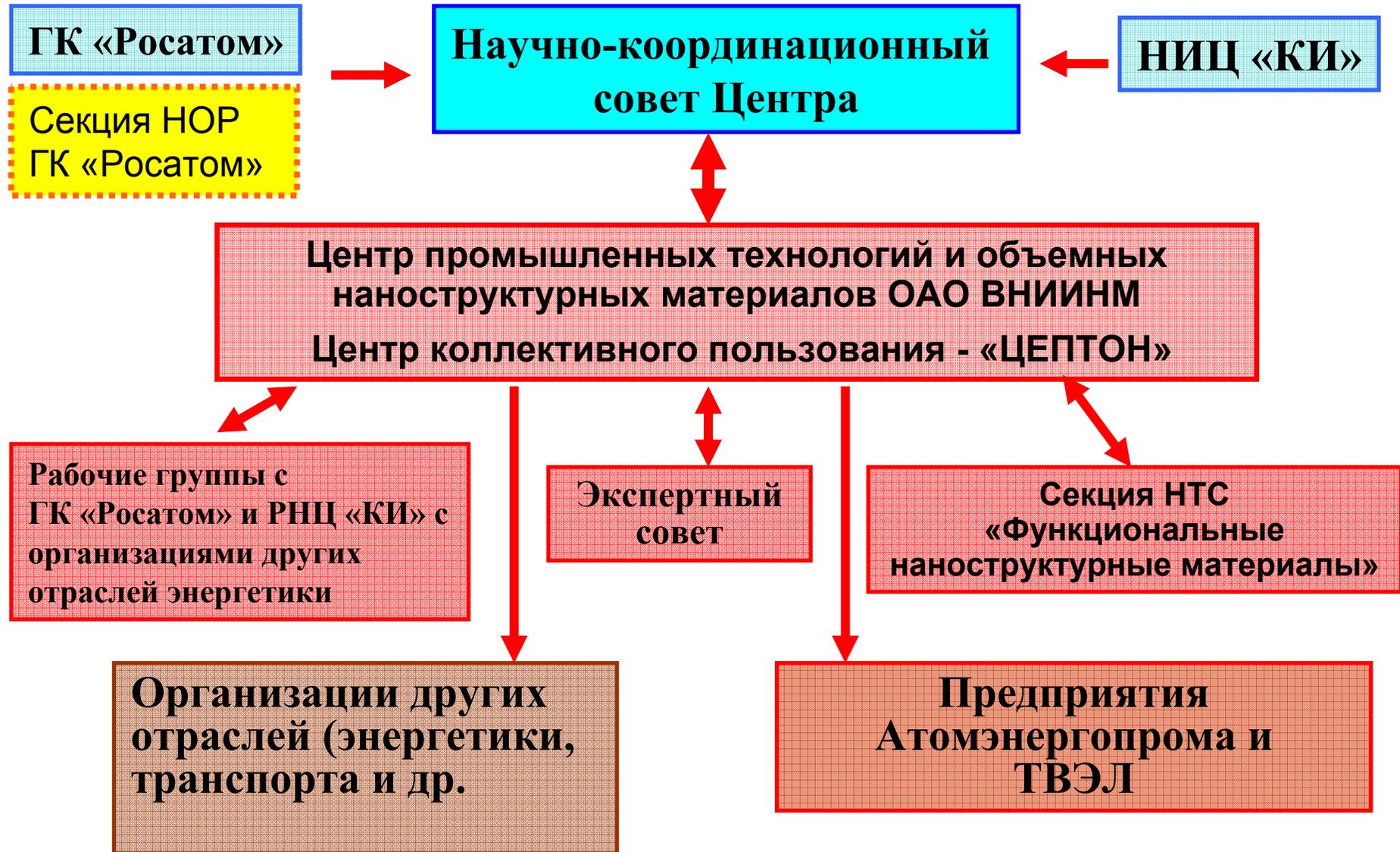
***Комплекс по выпуску опытных партий функциональных и конструкционных наноматериалов и изделий на их основе для реализации ядерных энерготехнологий нового поколения (создан в ходе реализации ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008 – 2011 годы»)***

**В состав комплекса входит более 200 единиц технологического (полный металлургический цикл) и научно-исследовательского оборудования. Производственные мощности Комплекса рассчитаны на выпуск:**

- Опытных партий реакторных труб – до 1500 погонных метров в год;**
- Быстрозакаленных магнитных порошков и магнитопластов – до 10 тонн в год;**
- Композитных Cu-Nb проводов – 8 т/год;**
- Бериллиевой вакуум-плотной фольги – 1,2 кг/год;**
- Порошков nanoалюминия и пористых изделий из него – 500 кг/год;**
- Фильтрующих элементов с наноструктурой – 2000 шт/год (2 т/год)**



## Структура Центра промышленных технологий и наноматериалов ОАО «ВНИИНМ»





## Программа Центра промышленных технологий и наноматериалов ОАО «ВНИИНМ»

Дорожная карта развития «**Функциональные наноматериалы для энергетики**» подразумевает существование трех основных глобальных процессов (**мегапроектов**):

- 1) разработка наноматериалов для генерации электроэнергии,
- 2) разработка наноматериалов для передачи электроэнергии
- 3) разработка наноматериалов для потребления электроэнергии.

Данные мегапроекты разбиты на **проекты** в зависимости от типов и направлений ключевых технологий, использующих те или иные наноструктурные материалы.

Внутри проектов реализуются **подпроекты** и **процессы** разработки материалов, процессы проведения НИОКР, разработки опытно-промышленных технологий, организации промышленных производств, широкого внедрения в энергетику и другие отрасли экономики



## ЭТАПЫ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

**Первый этап** - этап выхода из кризиса и формирования основ новой экономики. В этот период планируется осуществить работы по развитию и **обновлению основных производственных фондов и инфраструктуры энергетического сектора.**

Временные рамки окончания первого этапа (ориентировочно 2013 - 2015 годы) будут определяться масштабами последствий кризиса.

**Второй этап** - этап перехода к инновационному развитию и формирования инфраструктуры новой экономики. Доминантой второго этапа будет общее повышение **энергоэффективности** в отраслях ТЭК и экономике в целом. На этом этапе должно быть развернуто широкое инновационное обновление отраслей ТЭК за счет отечественных технологий, материалов и оборудования, а также международного сотрудничества. (ориентировочно 2015-2020)

**Третий этап** - это этап развития инновационной экономики. Основным содержанием этапа станет постепенный переход к энергетике будущего с принципиально иными технологическими возможностями дальнейшего развития, с опорой на высокоэффективное использование традиционных энергоресурсов и новых неуглеводородных источников энергии и технологий ее получения. Срок окончания третьего этапа - 2030 год.



## ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

**Главная проблема** - нереализованный потенциал организационного и **технологического** энергосбережения, составляющий до 40% общего объема внутреннего энергопотребления. Удельный вес различных составляющих в общей величине указанного потенциала:

жилые здания (ЖКХ) – (18–19)%;

электроэнергетика, промышленность, транспорт - в каждом случае – (13–15)%;

теплоснабжение, оказание услуг, строительство - в каждом случае – (9–10)%;

производство топлива, сжигание попутного газа - в каждом случае – (5–6)%;

Российский энергетический сектор - один из основных источников загрязнения окружающей среды. Это более 50% выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и более 20% сброса загрязненных сточных вод, а также более 70% суммарной эмиссии парниковых газов в РФ.

**Проблемы** – высокая зависимость предприятий ТЭК от импортных энергетических технологий и оборудования; - несоответствие технического уровня предприятий ТЭК современным требованиям;- отсутствие системы взаимодействия науки и бизнеса; - отсутствие в ТЭК развитой инновационной инфраструктуры (центры трансфера технологий, технопарки, инновационно-технологические центры, венчурные фонды и др.).



## ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ

- **восстановление инновационного цикла**: фундаментальные исследования
- прикладные исследования - опытно-конструкторские разработки - головные образцы - производство путем участия государства в создании головных образцов, освобождения компаний от налогообложения прибыли, направляемой на НИР и ОКР, предоставления льготных налоговых условий компаниям энергетического сектора на первоначальный период освоения отечественных образцов новой техники и технологий;
- создание системы технологического **прогнозирования** ("Форсайта") в энергетике;
- формирование целевых научно-технических и инновационных программ;
- концентрация бюджетных и внебюджетных средств в целях реализации **крупных инновационных проектов**;
- организация в системе ТЭК федеральных и региональных центров науки и высоких технологий;
- **создание регулярно обновляемых банков данных о новейших отечественных и зарубежных разработках в сфере энергетики.**



## Базовые Технологии получения объемных наноматериалов:

- методы порошковой металлургии (включая плазменно искровые методы спекания порошков),
- интенсивная и/или большая пластическая деформация,
- скоростная закалка с получением аморфного (частично аморфного) состояния с последующей термомеханической обработкой.
- Электрохимические методы получения материалов,



## Основные разработки по наноматериалам во ВНИИНМ

- **радиационностойкие наноструктурные материалы** (многокомпонентные прецизионные ванадиевые сплавы, циркониевые сплавы). дисперсно упрочненные стали с высокими значениями прочности и жаропрочности.
- **топливные керамические и интерметаллические системы**, обладающие повышенным ресурсом пластичности.
- **материалы с развитой поверхностью** – фильтровальные системы на основе металлических и интерметаллидных систем с заданным уровнем удерживающей способности.
- **электротехнические микрокомпозиционные материалы на основе меди** (Cu-Nb, Cu-V, Cu-Ta, Cu-Fe и др.) с качественно новым уровнем комплекса свойств (механической прочности, электропроводности, малой активируемости).
- **магнитные материалы** с заданным комплексом магнитных свойств.
- **сверхпроводящие материалы** с повышенным комплексом свойств с искусственными наноструктурными центрами пиннинга для магнитных систем устройств термоядерной энергетики, электротехнических устройств и линий передачи электроэнергии.



## Основные разработки по наноматериалам во ВНИИНМ

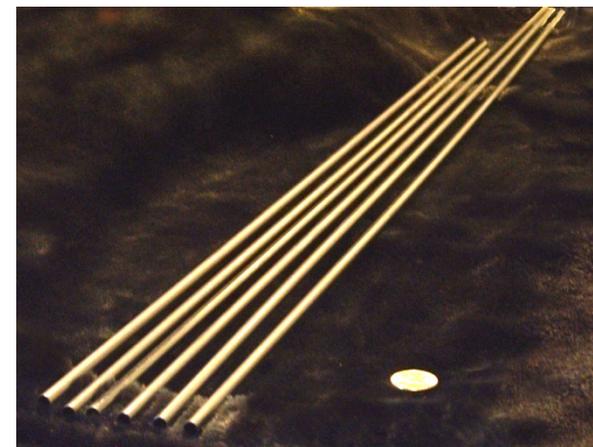
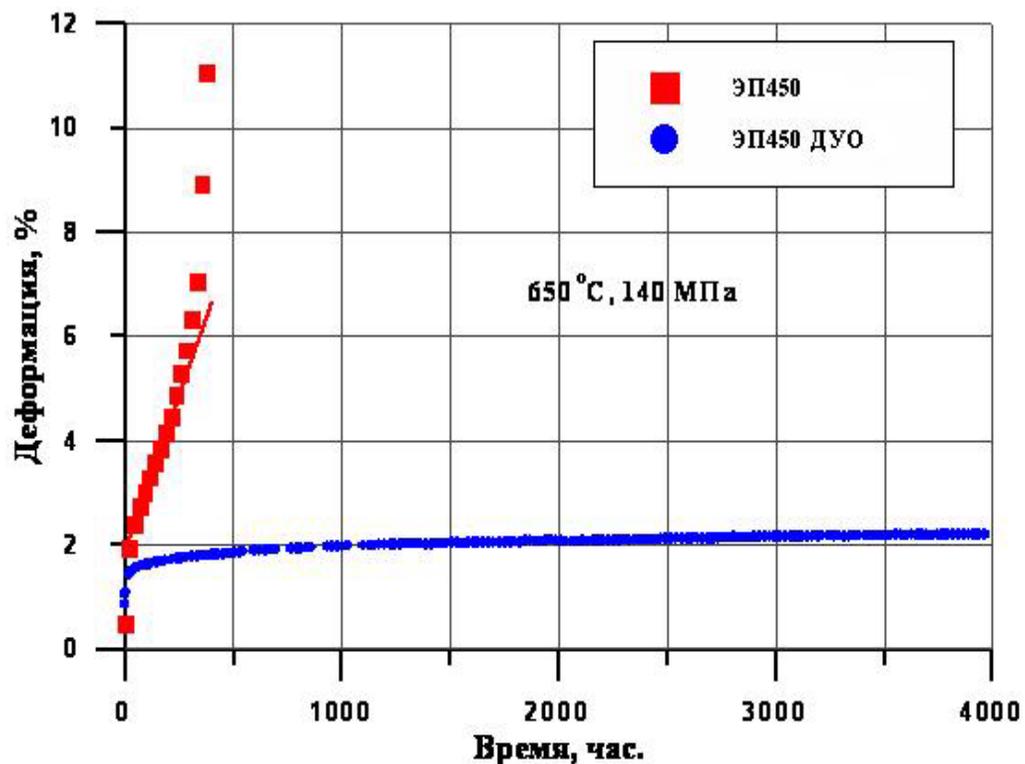
- **конденсаторные Ta и Nb порошки повышенной емкости.**
- **высокопористые материалы для различных применений**, в том числе для гетерогенных катализаторов, перспективных для водородной энергетики.
- **бериллиевые наноструктурные материалы**, обладающие повышенным ресурсом пластичности, достаточным для получения тонких фольг.
- **другие перспективные материалы, в том числе с модифицированной наноструктурированной поверхностью**, обладающие свойствами перспективными для применения в реакторостроении, например, с более высокой коррозионной стойкостью в различных средах.
- **разработка теоретических представлений и математическое моделирование взаимосвязей микроструктурных особенностей наноструктурных материалов с их функциональными свойствами** (радиационная стойкость, механическая прочность, деформируемость, электрофизические свойства, электромагнитные свойства, каталитическая активность, коррозионная стойкость).



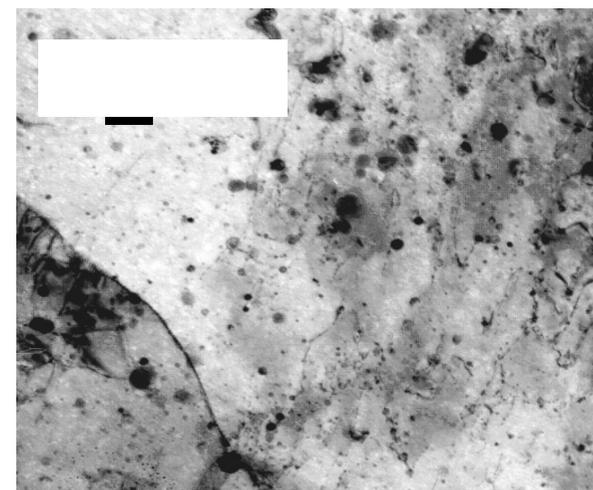
## Наноструктурные материалы атомной отрасли

# Радиационно-стойкие конструкционные ДУО-стали

Кривые термической ползучести в образцах матричной стали и ДУО стали



Образцы ДУО стали



Микроструктура ДУО стали



## Наноструктурные материалы атомной отрасли

### Постоянные магниты

Аморфизация путем  
скоростной закалки +  
порошковая металлургия +  
регламентированная  
термообработка

Максимальная энергия магнитов  
системы **Nd-Fe-B** достигается  
при размере нанокристаллитов  
**20-30 нм**

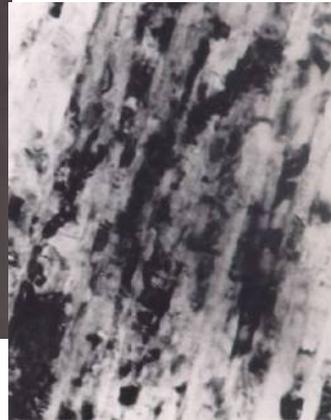
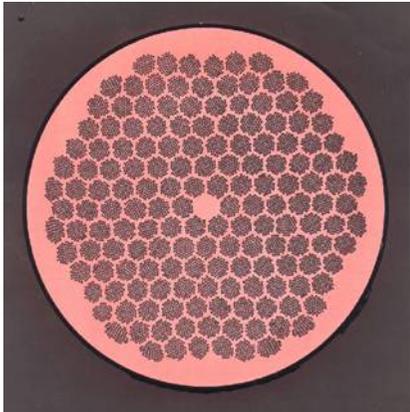
**BH** ↑ **x 3-5**





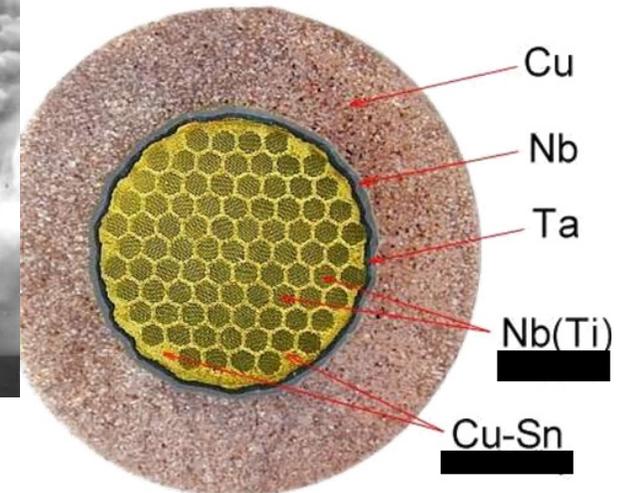
## Наноструктурные материалы атомной отрасли

### Сверхпроводящие материалы для термоядерной энергетики



$J_c \uparrow \times 3-5$

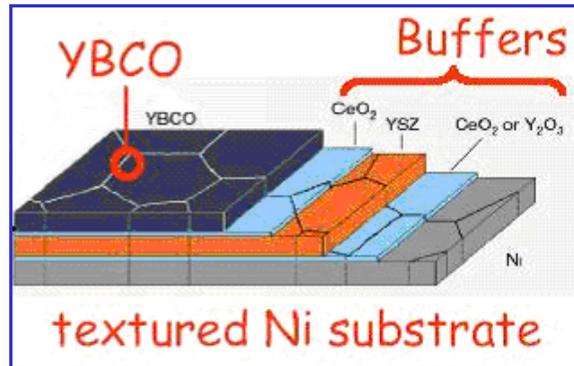
**Nb-Ti** сверхпроводник  
произведенный в количестве  
более **100** тонн  
Диаметр провода **0,85** мм,  
Размер волокон – **6** мкм,  
размер выделений титана в  
волокнах **10-50** нм.



**Nb<sub>3</sub>Sn** сверхпроводник для ИТЭР  
Максимальный комплекс свойств  
достигается при размере  
кристаллитов **20-30** нм



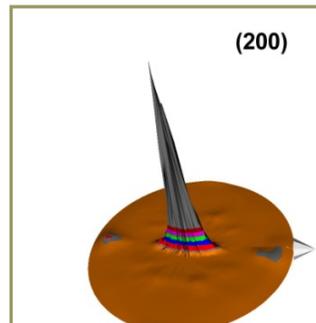
## Ленточные ВТСП провода второго поколения (2G)



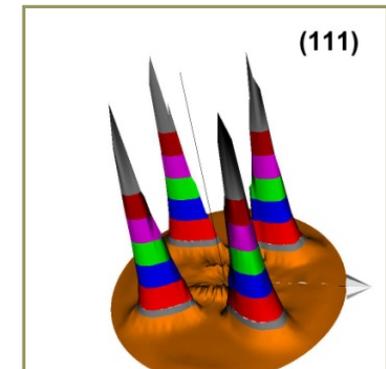
Металлический носитель (обычно сплавы на основе никеля) толщиной **70-100 мкм**.  
Буферные слои (от 3 до 7 слоев, обычно оксиды Y, Ce, La, Zr и т.п.) – суммарная толщина около **1 мкм**.  
Сверхпроводящее покрытие – **YBaCuO-123** или **DyBaCuO-123** или **HoBaCuO-123** - толщиной 1-2 мкм.

Главная трудность получения – создание качественной структуры металлической ленты и буферных слоев (острая текстура, шероховатость поверхности **3 – 5 нм**)

Дифрактограммы полюсных фигур для лент-подложек, прошедших текстурирующий отжиг



Прямые полюсные фигуры для плоскостей 200 и 111, характеризующие наличие острой (~100%) биаксиальной (кубической) текстуры



$$J_c = 2-3 \text{ MA/cm}^2$$



# Образцы продукции – наноиндустрии (ВНИИНМ)



**Сверхпрочные  
высокопроводящие  
нанокompозиты**



**Нанокристаллические  
магнитные материалы**



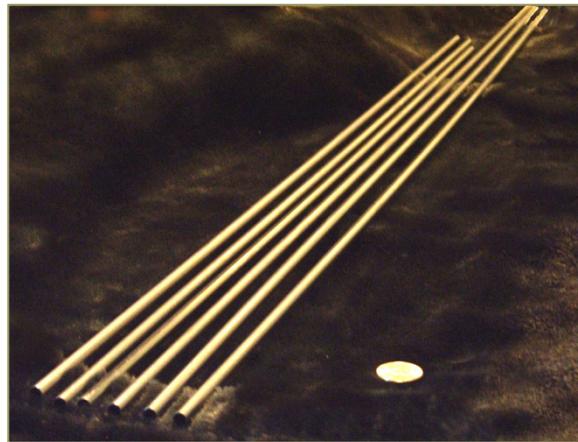
**Фольга для ВТСП  
2-го поколения**



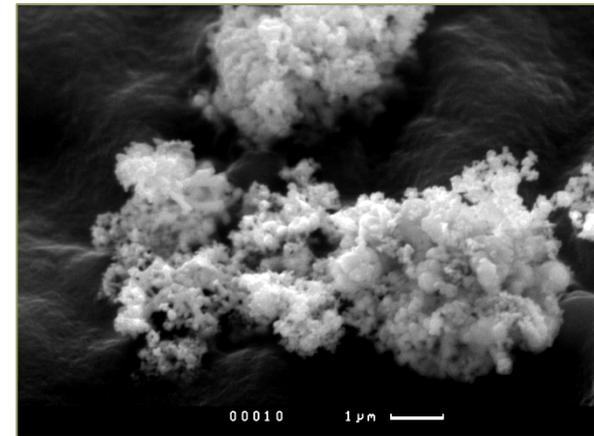
**Сверхпроводники  
НТСП**



**Наноструктурные фильтры**



**Изделия из дисперсно-  
упрочненных наноксидными  
сталей**



**Нанопорошки различного  
назначения**



## Масштабное наращивание производства новой продукции Пример выхода на мировой рынок



23 апреля 2009 г. на ОАО «ЧМЗ», входящем в состав ОАО «ТВЭЛ»,  
введено в строй действующих производство низкотемпературных  
сверхпроводников (мощностью 60 т/год) для ИТЭР. Разработчик базовых  
технологий – ОАО «ВНИИНМ»



## Заключение

Инновационный путь развития энергетики, энергоэффективность промышленных технологий во многом определяется принципиально новым уровнем качества материалов, которое может быть достигнуто переходом к наноструктурным состояниям. ОАО «ВНИИНМ» активно участвует в реализации процессов разработки и коммерциализации высоких, а зачастую и прорывных технологий с целью существенного повышения конкурентоспособности продукции отечественного производства, что особенно важно в условиях вступления России в ВТО. От имени руководства института и топливной компании «ТВЭЛ» выражаю глубокую благодарность за предоставленную ТПП РФ и Московской ТПП возможность представить широкой общественности некоторые результаты и перспективы развития атомной науки и техники. Приглашаем всех заинтересованных участников конференции к долгосрочному взаимовыгодному сотрудничеству в интересах скорейшего развития российской экономики.



---

Спасибо за внимание!