

# **Выход ОАО «ТВЭЛ» на международные рынки**

**Валентин Борисович ИВАНОВ –первый  
заместитель директора ОАО «ВНИИНМ»**



**Базовое предприятие ГК «Росатом»**

**по разработке твэлов, топлива, оболочек, комплектующих ТВС и технологии их изготовления для энергетических реакторов и установок:**

- **водо-водяных реакторов (ВВЭР-440 и ВВЭР-1000)**
- **водо-графитовых реакторов (РБМК-1000)**
- **реакторов на быстрых нейтронах (БН-600, БН-800, БРЕСТ, БН-1200)**
- **исследовательских реакторов**
- **транспортных реакторов**

**Разработки выполняются согласно требований Главных Конструкторов реакторов**

## **Основы политики поддержки стратегии**

**НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ для ГК «Росатом»**

**Обеспечение выполнения государственных приоритетов развития атомной отрасли (АЭ, ГОЗ, ЯРБ)**

**Обеспечение конкурентоспособности продукции на рынке ядерных энерготехнологий**

# Основные задачи прикладной науки топливной компании

Уникальная возможность эффективного отслеживания потребностей рынка с оперативной реакцией со стороны науки.

ОАО «ТВЭЛ»

Производство

Централизованная и распределенная научная база

- 1. Научное мониторингирование существующего производства** для постоянного повышения качества, надежности, эффективности и экологичности выпускаемой продукции.
- 2. Научные разработки для производства новых продуктов** в традиционном секторе.
- 3. Научные разработки для создания абсолютно новых продуктов, востребованных рынком** (диверсификация производства).
- 4. Инициативные разработки** для потенциального потребителя.

Мотивация науки – интеллектуальная собственность – «роялти», как материальный стимул и источник финансирования для развития экспериментальных возможностей и инициативных разработок.

# Участие в традиционном секторе рынка (ядерное топливо для всех типов реакторов). Топливо ВВЭР.

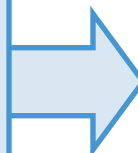
- Длительность работы между перегрузками в течение 12-24 месяцев
- Возможность изменения длительности кампании реактора за счет изменения количества и обогащения загружаемых ТВС
- Максимальное выгорание ТВС:
  - 60 МВт\*сут/кгU (современное состояние)
  - ближайшая перспектива 70 МВт\*сут/кгU
  - в будущем до 100 МВт\*сут/кгU
- Время работы ТВС в активной зоне до 5 – 6 лет
- Использование топливных загрузок с низкой утечкой нейтронов
- Обеспечение требований проектных (LOCA, RIA) и запроектных аварий
- Удовлетворение условиям длительного хранения
- Повышение мощности реакторной установки
- Гибкость в управлении (уменьшение ограничений в эксплуатации АЗ)
- Улучшение надёжности топлива (нулевая разгерметизация)

## Показатели достижений при разработке оболочек:

- Улучшение сопротивления коррозии (в условиях пара, повышенного содержания кислорода, Li ВХР)
- Уменьшение содержания водорода
- Повышение сопротивления фреттинг-износу и ползучести, жесткости ТВС
- Понижение радиационного роста
- Повышение стабильности структуры под облучением
- Улучшение сопротивления PCI и DHC, поведения в проектных авариях

## Новые направления в развитии оболочечных материалов

- Развитие «слоистых» металлических материалов, а также использование покрытий
- Разработка металл/керамических композиций для оболочек
- Разработка керамических материалов для оболочек твэлов

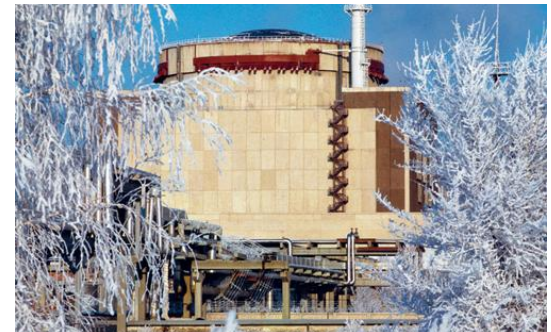


- Развитие или разработка ускоренных методов обоснования поведения твэлов
- 3D-моделирование на суперкомпьютерах
- Облучение с использованием ускорителей

С целью повышения надёжности эксплуатации твэлов водоохлаждаемых реакторов определены направления модернизации и предложены сплавы Э110М, Э635М и Э125 в качестве материалов оболочек твэлов и комплектующих ТВС.

Для реализации комплекса НИОКР по обоснованию и внедрению сплавов Э110М, Э635М и Э125 в качестве материалов оболочек твэлов и комплектующих ТВС разработана **программа «Обеспечение конкурентоспособными циркониевыми материалами развивающейся атомной отрасли России»**.

Эксплуатация опытных твэлов ТВС-2М с оболочками из сплавов Э110М, Э635М и Э125 опт. в реакторе ВВЭР-1000 с 2012 года.



- **Топливо для транспортных реакторов, способное работать весь срок службы судна без перегрузок**
- **Высокоплотное топливо для исследовательских реакторов со сниженным обогащением (нераспространение)**

# Продукт для международного рынка.

- **ТВС – КВАДРАТ для реакторов типа PWR**
- **Ядерное топливо для атомных станций средней и малой мощности (АСММ, ПАЭС)**
- **Смешанное уран-плутониевое топливо для реакторов на быстрых нейтронах**
- **Топливо для новых или модернизированных исследовательских реакторов**



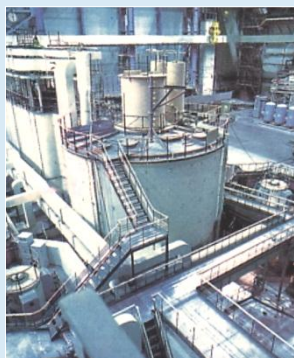
# Приоритетные направления совершенствования ядерного топлива для плавучих атомных энергоблоков (ПАЭБ) (2)

**Материалы и технологии для эксплуатации ядерного топлива не менее 30 000 эфф. часов в аммиачном безкоррекционном водно-химическом режиме с поверхностным кипением и повышенным содержанием кислорода**



# Развитие ядерного топлива и материалов быстрых реакторов

1974 г.



**БН-350**

Топливо: 7-8 % т.а.  
Материалы: 70 сна

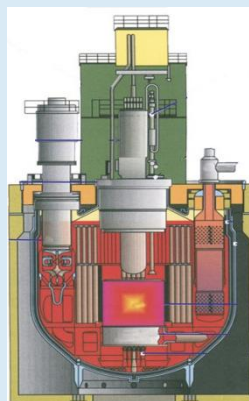
1980 г.



**БН-600**

Топливо:  
МОКС 9-11 % т.а.  
Материалы: 82 сна

2014 г.



**БН-800**

Топливо:  
МОКС 10-16 % т.а.  
Материалы:  
до 140 сна  
Демонстрация ЗТЦ

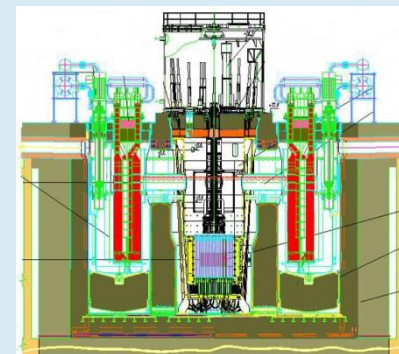
2018 – 2020 гг.



**БН-К**

Плотное нитридное  
смешанное топливо  
16-18 % т.а.  
Материалы:  
до 200 сна

2020 г.



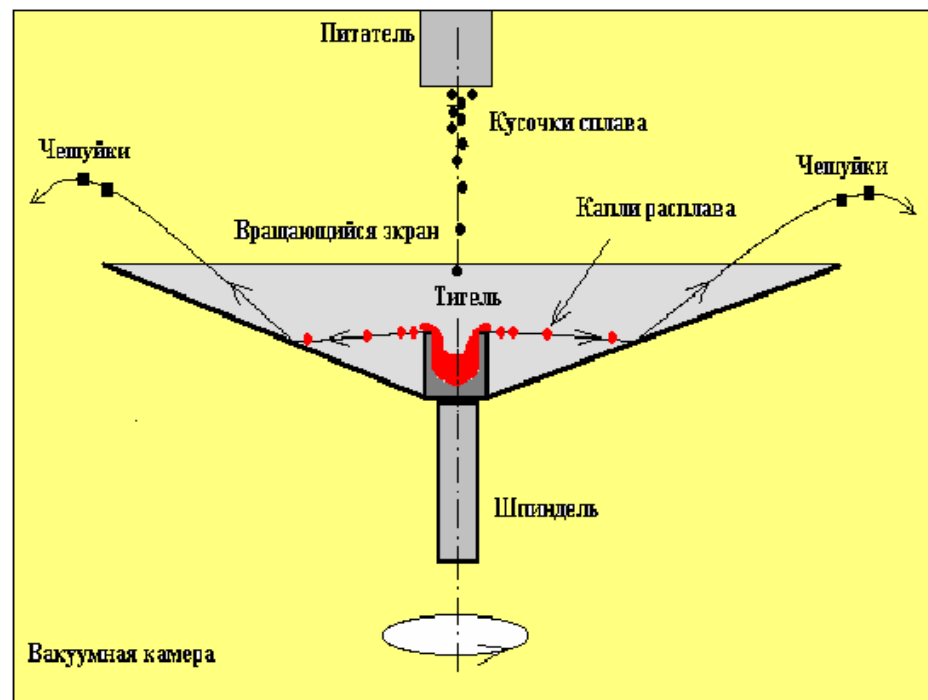
**БРЕСТ-300**

Плотное нитридное  
смешанное топливо  
Таблетки (U,Pu)N  
10-12 % т.а.  
Материалы (варианты):  
ЭП823,  
биметаллы,  
ДУО-сталь  
Доза:  
до 200 сна

# Технологии, не связанные с производством ядерного топлива

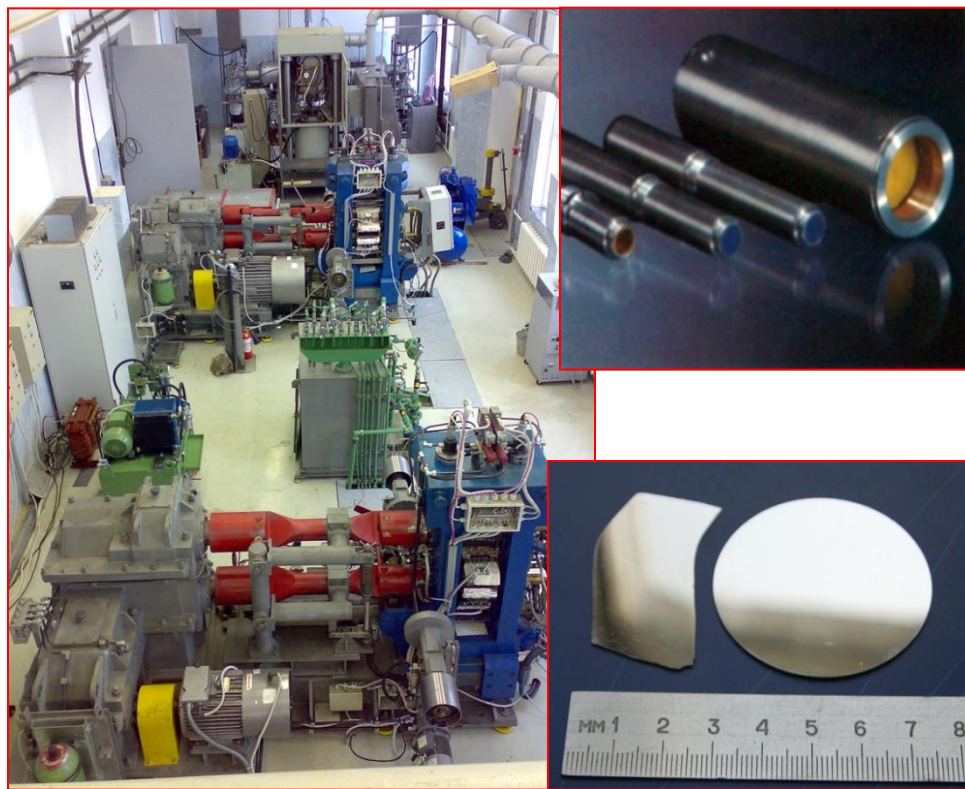
- Низко и высокотемпературные сверхпроводящие провода
- Наноструктурные электротехнические провода
- Технологии исследования бериллиевых материалов (особо чистые оксиды, бериллиевые фольги и т.д.)
- Технологии получения высокочистых тугоплавких материалов и сплавов
- Особые магнитные материалы

## Получение металлов и сплавов в аморфном и нанокристаллическом состоянии



Скорость закалки до  $10^6$  К/с  
Промышленная технология  
Патент РФ № 2111088

# Бериллиевые рентгеновские окна (ФЦП «СМ», инвестпроект ОАО «ТВЭЛ»)



- Создается опытный участок по выпуску рентгеновских окон из нанобериллия
- Проведены ресурсные испытания окон, изготовленных в ОАО «ВНИИНМ» в рентгеновских аппаратах палаточного типа
- Разработаны технологии получения исходных материалов для производства окон

На 2012 год запланирован выпуск опытной партии бериллиевых рентгеновских окон с толщиной от 7 до 200 мкм

# Области применения наноконпозиционных проводов

Композиционные  
контактные провода  
для высоко-  
скоростного  
городского  
электротранспорта и  
ж/д транспорта



Высокопрочные  
провода для ЛЭП  
и энергохозяйства

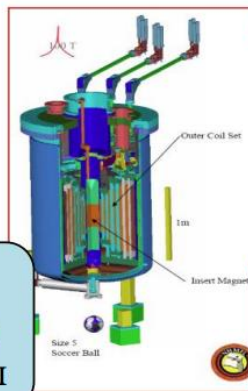


Силовые провода  
для космической  
техники,  
авиации и флота



Провода Cu-Nb  
(Cu-Fe, Cu-V)

Высокопольные  
импульсные магниты  
с индукцией 70-100 Тл



Индукторы для  
магнитно-импульсной  
штамповки



Особо прочные  
микропровода для  
электроники,  
фольги для  
гибких проводов  
и печатных плат



**Спасибо за внимание!**