



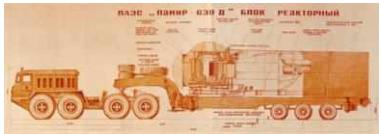
**РОСАТОМ**

# **«О сотрудничестве с ОИЭЯИ-Сосны в вопросах обращения с ОЯТ»**

**Гусаков-Станюкович И.В.**

Директор по ОЯТ и Сбалансированному ЯТЦ АО «Техснабэкспорт»

# 1. История сотрудничества



**В 2010 году в рамках программы RRRFR успешно реализован проект по вывозу высокообогащенного топлива российского производства:**

- 23 октября 2010 г. из Республики Беларусь были полностью вывезены все запасы ОЯТ (42 кг по урану) исследовательских реакторов «Памир» и «ИРТ-М» ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Республики Беларусь.
- ОЯТ было доставлено для переработки на ФГУП «ПО «Маяк», для чего технологическая схема комбината была специально модернизирована

---

RRRFR - программа возврата в Россию советского или российского ВОУ-топлива , хранящегося на зарубежных исследовательских реакторах в целях ядерного нераспространения и перевода таких реакторов с высоко- на низкообогащенное урановое топливо при наличии возможности, уровня квалификации и регуляторных разрешений (при поддержке DOE и МАГАТЭ).

## 2. Развитие сотрудничества:

### Строительство и пуск Белорусской АЭС - новые задачи в области обращения с ОЯТ



ТЕХСНАБЭКСПОРТ  
РОСАТОМ

Общий вектор на переработку ОЯТ и возврат РАО задан Соглашением о строительстве АЭС\*, однако оставался открытым вопрос поиска эффективного механизма реализации такого подхода



- 2018 год – ОИЭЯИ «Сосны» совместно с АО «Технабэкспорт» проведен комплекс совместных исследований в обоснование вариантов обращения с ОЯТ Белорусской АЭС
- Предложен наиболее перспективный подход к замыканию ЯТЦ, при котором стране-экспортеру возвращается «короткоживущая» фракция РАО от переработки ОТВС, не требующая размещения в ПГЗРО
  - ✓ Результаты исследований легли в основу **Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской атомной электростанции\*\***
  - ✓ 2021 год – Соглашение по ОЯТ\*\*\*, учитывающее положения Стратегии.

\* - Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Беларусь о сотрудничестве в строительстве на территории Республики Беларусь атомной электростанции (Заключено в г. Минске 15.03.2011);

\*\* - Постановление Совета Министров Республики Беларусь 22.08.2019 N 558;

\*\*\* - Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Беларусь о сотрудничестве в области обращения с отработавшим ядерным топливом (Заключено в г. Сочи 21.11.2022)

### 3. Текущие и перспективные задачи: инструментарий Белорусской АЭС для выполнения оценок объемов продуктов переработки ОТВС

#### 2022-н.в. в интересах Белорусской АЭС и Союзного государства в целом:

- Разработан проект Методики – универсальный и уникальный инструмент расчета эквивалента активности для различных сценариев обращения с продуктами переработки ОТВС Белорусской АЭС

(Соглашение по ОЯТ: номенклатура, количество и активность РАО, подлежащих возврату в Республику Беларусь, определяются по методике, исходя из условия эквивалентности активности)

- Разработан программный продукт, реализующий методику – привычная и доступная для современного пользователя среда выполнения вычислений и визуализации их результатов, адаптированная под нужды станции
- Проведена верификация характеристик образцов короткоживущей фракции РАО на ФГУП «ПО «Маяк»



#### 2026+ - переход к промышленной переработке ОТВС с получением

#### «короткоживущей» фракции ВАО:

- Разработка технической документации (ТУ на ОТВС, ТУ на РАО, вопросы захоронения РАО, регламентов, верификация расчетов в обеспечение вывоза ОТВС);
- Создание на территории АЭС накопительной площадки для оптимизации транспортно-технологической схемы вывоза ОТВС;
- Сотрудничество в рамках отработки технологий и верификации характеристик КФ РАО на опытно-промышленном стенде по фракционированию РАО;



#### 4. Развитие технологий ЗЯТЦ : расширение сырьевой базы ЯТЦ в мульти реакторных системах АЭС БМ & АСММ.



В настоящее время эффективен ЯТЦ с использованием регенерированного урана (RepU ВВЭР используем в РБМК, Pu в РБН). Это доказывает российский опыт



Выстраивание сбалансированных международных цепочек для RepU и плутония, с встраиванием в них АСММ, перспективных ВВЭР-С/СКД

#### ВВЭР-1200 & СВБР-100



Схема «обнуляет» затраты на природный уран для 2-х РУ СВБР-100 на 60 лет

#### РИТМ-200 & ВВЭР

Энергоблок РИТМ-200: ~ 10 перегрузок за 60 лет

Наименование изотопа	Масса, кг
U <sup>235</sup>	307,3
U <sup>236</sup>	73,0
U <sup>238</sup>	2806,7
Pu <sup>239</sup>	31,1
Pu <sup>240</sup>	8,1
Pu <sup>241</sup>	7,5
Pu <sup>242</sup>	2,2

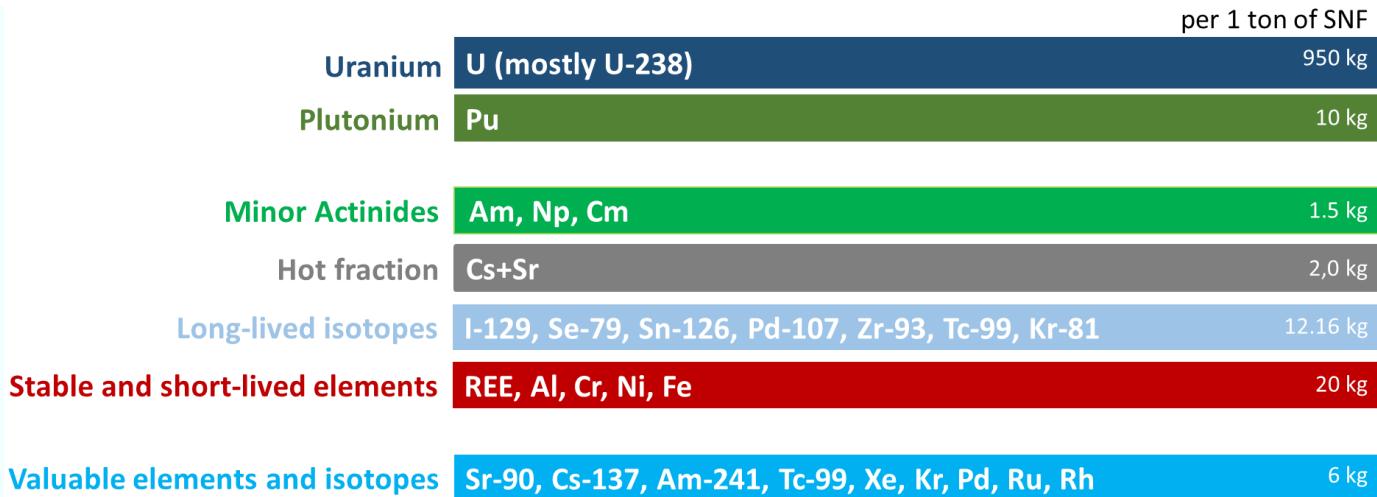
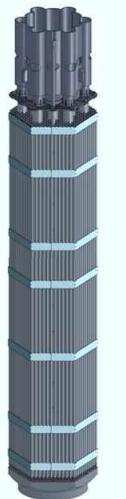
Среднее выгорание ядерного топлива ≈ 55 % от исходной загрузки U-235



RepU от переработки ОЯТ 6-и ЭБ АСММ с РУ РИТМ-200 составит **25%** от потребления 1-го ЭБ ВВЭР-1200

**≈190 тRepU РИТМ + РС/Сырье Н/ RepU ВВЭР ≈ 5  
370-400 т ОУП (4,8%)**

## 5. ОЯТ – это не только источник U и Pu для АЭС



Только на одном ПО «Маяк» освоено производство более 200 типономиналов источников альфа-, бета-, гамма- и нейтронного излучения на основе осколочных изотопов цезия-137, америция-241, плутония-239, прометия-147, стронция-90 и других для российских потребителей и на экспорт

**Традиционные сферы применения:** в ядерной медицине, дефектоскопии, рентгенорадиометрии, каротажных работах, радиографическом контроле проката, приборах технологического контроля, радионуклидных источниках тепла и энергии, например, в космических исследованиях, облучение с/х и медицинской продукции и многое другое

## 6. Фантастика? или «будущее» уже наступило?

### Многое уже сбылось!



Искусственный  
интеллект



Робототехника и  
дроны



Самовосстановление  
(4D печать с эффектом  
памяти ...)

### Ближайшее будущее?



Лазерные  
технологии



Источник питания –  
«атомное сердце»

«Перемещение во  
времени» –  
дожигание МА.

## 7. «Отходы» в «доходы».

«Короткоживущая» фракция, выделяемая при фракционировании ВАО  
от переработки ОЯТ

Только лишь пример

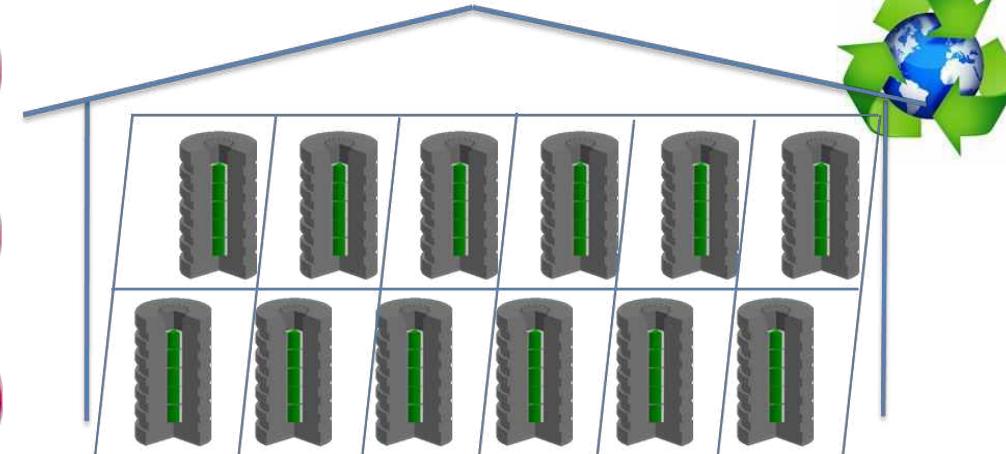
Радиоактивные отходы

Ограничения:  
тепловыделение – до 2 кВт/м<sup>3</sup>



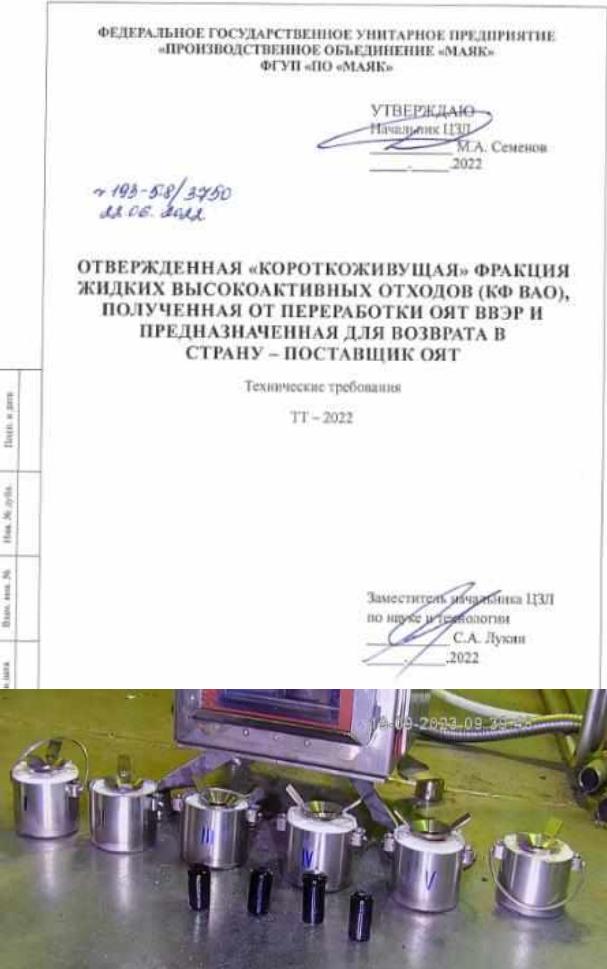
Полезный продукт

Возможности:  
тепловыделение – от 50 кВт/м<sup>3</sup>



Электростанция на основе РИТ/РИТЭГ на охраняемой  
территории заказчика с возможностью замены  
отработавших элементов

## 8. Синергия возможностей радиохимии и новых технологий позволяет создать РИТЭГ нового поколения



В рамках СБЯТЦ получены образцы КФ ВАО, с высоким остаточным тепловыделением – до 25 кВт/м<sup>3</sup>

Указанное тепловыделение характерно всего для 4 % включения Sr-Cs в стекломассу, так как для целей СБЯТЦ есть ограничения по требованиям к хранению, транспортированию и захоронению КФ ВАО

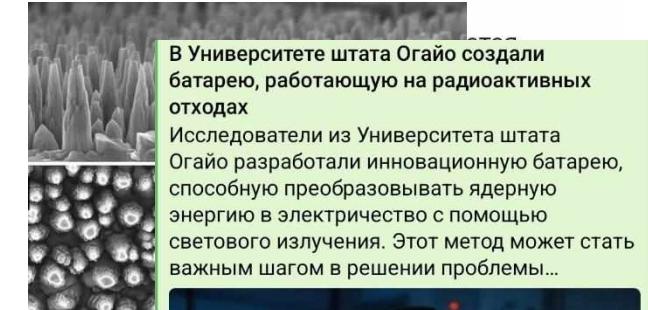
Потенциально, процент включения может быть увеличен до 10-30% с получением **источника тепловой мощностью выше 50 кВт / м<sup>3</sup>**

И это тоже не предел...

### Новые технологии

Сэкономят миллиарды: ученые нашли способ эффективно получать электричество из тепла

1 июля 2023 108,2 тыс 3 мин



«Старые» технологии  
GPS, моб.интернет для контроля и позиционирования источника

1. Мы дорожим плодотворным сотрудничеством с ОИЭЯИ-Сосны, которое продолжается уже десятилетия.
2. Экспертиза и научный потенциал коллектива ОИЭЯИ-Сосны незаменимы при решении стоящих сегодня перед нами задач по обеспечению долгосрочной безопасности и надежность эксплуатации Белорусской АЭС, в сферах обращения с ОЯТ и РАО.
3. Впереди – огромный пласт интересных задач, пути к решению которых открывают ядерные, радиационные и радиохимические технологии, а также расширение применения радионуклидной продукции.

**Инновации и профессионализм – создают будущее!**