

# **ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СОЗДАНИЯ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ**

**ФГУП НИКИЭТ имени Н.А. Доллежала**

**ФГУП «НИИ НПО «Луч»**

**РГП «НЯЦ Республики Казахстан»**

**ГНП «ОИЭЯИ-Сосны» Республики Беларусь**

# Цель проекта



**Малая атомная энергетика является эффективным вариантом развития энергетики в зоне децентрализованного энергоснабжения, обеспечивающим энергетическую безопасность, решение основных социально-экономических проблем и развитие удаленных районов.**

■ - Зона централизованного энергоснабжения РФ

■ - Зона децентрализованного энергоснабжения РФ

# Основные требования к блочным транспортабельным ЯЭУ

- Компактность, надежность и апробированность технологии
- Высокий уровень безопасности и экологичности, позволяющий без неприемлемого риска приблизить ЯЭУ к потребителям
- Экономические показатели, обеспечивающие конкурентоспособность транспортабельных ЯЭУ по сравнению с альтернативными энергоисточниками в рассматриваемых регионах
- Автономность, минимальный объем обслуживания и эксплуатация реактора без перегрузок топлива в течение всего срока службы
- Устойчивость к нераспространению, в том числе путем снижения обогащения топлива ниже 20%.

# АС МСМ в развивающемся мире

Большое внимание развитию АС МСМ уделяется в международных ядерных энергетических программах: Российско-американской рабочей группе по гражданской АЭ, Global Nuclear Energy Partnership, проекте ИНПРО (МАГАТЭ).

Более 50-ти проектов АС МСМ, заявленных мировыми разработчиками атомной энергетики, зарегистрировано в МАГАТЭ.

Ряд американских, корейских, японских и русских проектов АС МСМ находятся в стадии создания пилотных образцов.

# Взаимосвязь с работами МАГАТЭ

## Программа ИНПРО

### **Задача 4: Необходимая инфраструктура и поддержка разработки и создания инновационных реакторных систем**

#### 4.1) Транспортабельные реакторные системы

В настоящее время в поддержку раздела 4.1 проводится российское национальное «Исследование вопросов обеспечения системы ядерной энергетики на основе транспортабельных ядерных энергоустановок»

# **БТЯЭУ – оптимальный вариант энергоснабжения зон рецентрализованного энергоснабжения**

## **Основные решаемые проблемы:**


- обеспечение энергетической безопасности удаленных труднодоступных территорий РФ, стран СНГ и сопредельных стран СНГ, энергоснабжение населенных пунктов с численностью жителей до 2500 человек и объектов промышленности стратегического значения;
- сокращение объемов перекрестного субсидирования и ограничение темпов роста тарифов на электрическую и тепловую энергию;
- сокращение объемов северного завоза органического топлива;
- улучшение демографической и экологической обстановки удаленных районов.

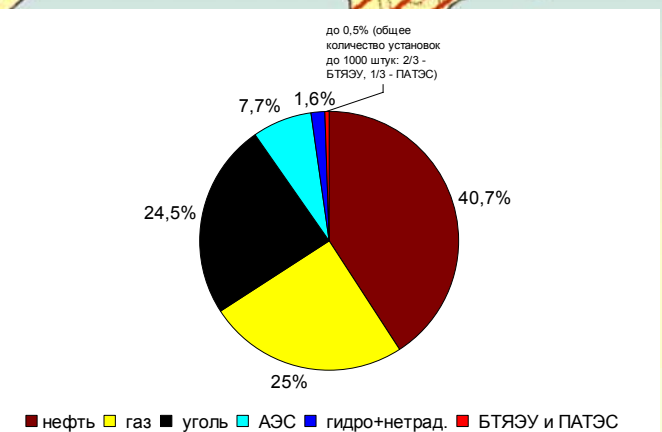
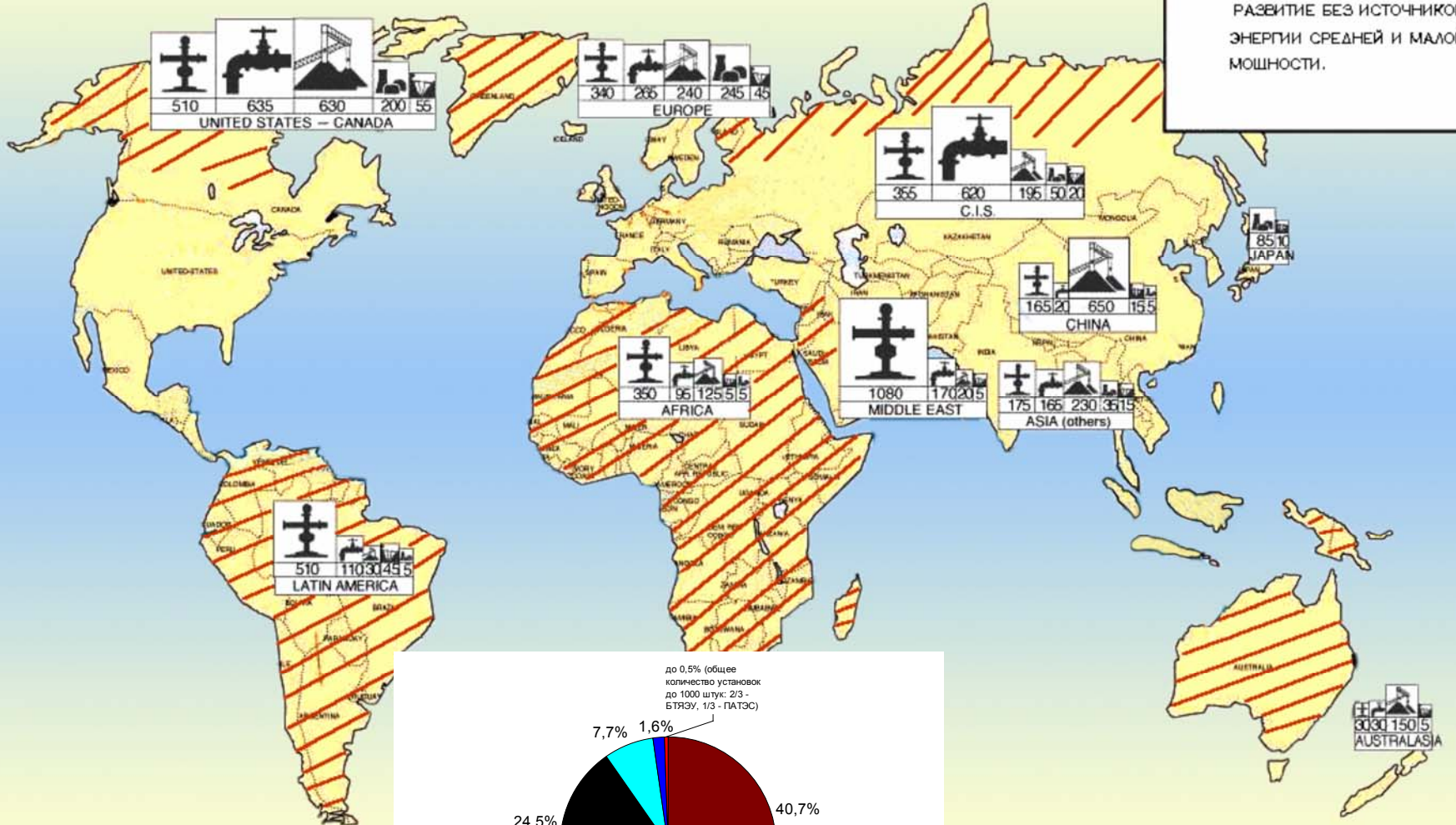
## **Преимущества БТЯЭУ:**

- короткие сроки сооружения в заводских условиях;
- минимальные требования к инфраструктуре на площадке размещения;
- минимальная нагрузка на окружающую среду и улучшение экологической обстановки в районе размещения в процессе эксплуатации;
- высокая степень надежности энергоснабжения, вне зависимости от внешней конъюнктуры цен на топливо и транспортировку.



# Экспортный потенциал транспортабельных ЯЭУ

 РЕГИОНЫ МИРА, В КОТОРЫХ НЕ ВОЗМОЖНО РАЗВИТИЕ БЕЗ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ СРЕДНЕЙ И МАЛОЙ МОЩНОСТИ.



■ нефть ■ газ ■ уголь ■ АЭС ■ гидро+нетрад. ■ БТЯЭУ и ПАТЭС

# Международная кооперация по созданию транспортабельной ЯЭУ

**Россия:** разработка проектов, создание реактора и ЗГТУ, проведение комплекса поэлементной экспериментальной отработки (НИКИЭТ, НИИ НПО «Луч», РНЦ «Курчатовский институт», ГНЦ ФЭИ, ГНЦ НИИАР, ММПП «Салют», НИИЭМ МГТУ им. Н.Э Баумана)

**Республика Беларусь:** разработка и изготовление оборудования системы отвода тепла, создание САУ и системы электроснабжения, компоновка транспортабельной ЯЭУ на тягаче ЧМАЗП-99990 («Сосны», КБ «Академическое», НПО «Интеграл», машиностроительные предприятия)

**Республика Казахстан:** экспериментальная отработка топлива и основных элементов реактора транспортабельной ЯЭУ (ИАЭ НЯЦ РК)

*Место размещения пилотного образца транспортабельной ЯЭУ будет определено на дальнейших стадиях разработки.*



# Опыт создания транспортабельных ЯЭУ

В 1950-1970 -х годах в СССР и США создавались прототипы транспортабельных ЯЭУ.

- ❑ В СССР были созданы АЭС «ТЭС-3» на гусеничном ходу, АЭС «Памир» - на колесном ходу. Испытывались АЭС «АРБУС» для экспедиционного энергообеспечения в условиях Антарктиды. Начиналось строительство транспортабельных АЭС на основе водо-водяных реакторов АБВ и АЭС «Ангстрем» со свинцово-висмутовым теплоносителем.
- ❑ В США были созданы мобильные АЭС армейского назначения, в том числе плавучая АЭС “Sturgis”, проработавшая более 10 лет.

**Существующий научно-технический задел, полученный предприятиями России, Республики Казахстан и Республики Беларусь в период работ по созданию энергетических установок для космических аппаратов и транспортабельных установок малой мощности:**

- 1. Выполнен комплекс расчетно-конструкторских работ по обоснованию технического облика космической ЯЭУ, которая может служить прототипом БТЯЭУ.**
- 2. Отработана технология создания высокотемпературного топлива с улучшенными эксплуатационными характеристиками, позволяющая обеспечить возможность эксплуатации транспортабельных ЯЭУ в течение 25 лет без перегрузки топлива.**
- 3. Отработана методика подготовки и проведения реакторных испытаний, а также послепусковых исследований прошедших испытания объектов.**
- 4. Экспериментально отработанны технологии твэлов и тепловыделяющих сборок активной зоны реактора, исполнительных и рабочих органов регулирования реактора, материалов блока радиационной защиты, бокового бериллиевого отражателя.**
- 5. Создана элементная база замкнутой газотурбинной установки, проведен комплекс экспериментальных исследований ЗГТУ.**
- 6. Экспериментально отработана система отвода тепла транспортабельной ЯЭУ.**
- 7. Отработана система автоматического управления одноконтурной газоохлаждаемой реакторной установки для АЭС малой мощности.**

## Основные технические характеристики двухблочной БТЯЭУ

Мощность тепловая, МВт	2,4 – 2,6 МВт
Мощность электрическая, МВт	1,0 МВт
Мощность теплофикации, МВт	1,2 Гкал/ч
К.п.д. (эл)	0,38 – 0,45
Коэффициент использования тепла	0,85 - 0,95
Масса установки, т (без трубопроводов теплофикации и кабелей электропередачи)	42 - 50
Срок службы	25 лет
Обеспечение безопасности	Нормативные требования России и рекомендации МАГАТЭ
Компоновка	Каждый блок размещается на базе тягача МАЗ-537 «Ураган» и полуприцепа УМЗАП-9990 грузоподъемностью 60 тонн
Годовая выработка энергии (при КИУМ = 0,9) - электроэнергии - тепла	8,0·10 <sup>6</sup> кВт·ч 1,0·10 <sup>4</sup> Гкал
Система сброса неиспользованного тепла цикла	Охлаждение – воздушное с механической прокачкой воздуха. Местных источников воды не требуется

# БТЯЭУ на тягаче ЧМАЗП- 99990



# Календарный план создания БТЯЭУ

№	Содержание работ	Год					
		1	2	3	4	5	6
1	НИОКР	2500 млн. руб.					
2	Изготовление, монтаж, транспортирование, пуск ЯЭУ				755 млн. руб.		



## Экономические показатели

Тепловая мощность реакторной установки, МВт.	2,6×2
Установленная мощность: - электрическая, МВт - по отпуску тепла, Гкал/час	<b>1×2</b> <b>1,2×2</b>
Годовая выработка энергии: - электроэнергии, млн. кВт·ч. - тепла, тыс.Гкал	8×2 9,6×2
ОКР, млн. руб.	2500
Капвложения, млн.руб.: - изготовление и строительство - первоначальная топливная загрузка	<b>755,0</b> 125
Себестоимость: - электроэнергии, руб./кВт·ч. - тепла, руб./Гкал.	<b>3,5</b> <b>1151</b>
Тариф на: - электроэнергию, руб./кВт·ч. - тепло, руб./Гкал.	12,0 – 20,0 3750
Автономная работа станции без перегрузки топлива, лет	25
Срок окупаемости при коэффициенте дисконтирования 10%, лет	<b>до 9</b>

# ВЫВОДЫ

1. БТЯЭУ малой мощности имеет большой потенциал стать первой современной действующей транспортабельной ЯЭУ.
2. Установка может быть создана за 5-7 лет, используя имеющийся научно-технический задел стран СНГ.
3. Создание ЯЭУ позволит:
  - решить проблему энергообеспечения отдаленных и труднодоступных районов, включая военные городки, гарнизоны, погранзаставы;
  - расширить экспортный потенциал атомной промышленности стран СНГ;
  - сохранить конструкторские и научно-технические кадры;
  - сохранить и развить знания и технологии «ноу-хау»;
  - использовать отработанные в рамках данной программы технологии при создании ЯЭУ для освоения глубоководных шельфов мирового океана и космического пространства.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предприятия-участники проекта, учитывая приоритетные сферы деятельности по сотрудничеству государств-участников СНГ в области мирового использования атомной энергии, считают возможным предложить рекомендовать проект блочной транспортабельной ядерной энергетической установки малой мощности к реализации на межгосударственной основе с долевым участием в его финансировании государств-участников проекта.