



ОКБМ
АФРИКАНТОВ
РОСАТОМ

АКТИВНЫЕ ЗОНЫ ДЛЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ (АСММ) И ПЛАВУЧИХ ЭНЕРГОБЛОКОВ (ПЭБ)

Круглый стол «История и перспективы ядерного топлива»

Михаил Тутуркин

Инженер-конструктор отдела конструирования активных зон ВВР

**14-15 сентября 2023 года,
г. Электросталь**

Проекты Росатома

Верификация активных зон





Росатом

Требования

- Безопасность
- Возможность размещения в удаленных регионах
- Минимальная стоимость капитальных затрат
- Малые сроки постройки
- Стабильная выдача электроэнергии в течение нескольких лет
- Следование целям COP21 в области декарбонизации
- Возможность подстраиваться под нужды потребителя
- Работа в режиме ТЭС



Активная зона



Ледоколы



ПЭБ



АСММ

Особенности

Возможность
неоднократного изменения
мощности (15%-100%)
в течение суток

Возможность
длительного (до 10 лет)
периода работы без
перегрузок

Возможность размещения
в удаленных регионах

Проекты Росатома

Реализованные проекты



ОКБМ
АФРИКАНТОВ
РОСАТОМ

2019

Плавучий энергоблок «Академик Ломоносов»
Реакторная установка КЛТ-40С
Активная зона 14-14



2020

Универсальный атомный ледокол (УАЛ)
Реакторная установка РИТМ-200
Активная зона 14-15-1



Проекты в стадии реализации



**МПЭБ
РИТМ-200С
14-17**

Активная зона 14-17
для РУ РИТМ-200С
**Модернизированного
плавающего энергоблока**



**АСММ
РИТМ-200Н
АС-14-15**

Активная зона АС-14-15
для РУ РИТМ-200Н
**Атомной станции
малой мощности**



**ПЭБ
РИТМ-400М
14-18**

Активная зона 14-18
для РУ РИТМ-400М
**Плавающего энергоблока
арктического исполнения**

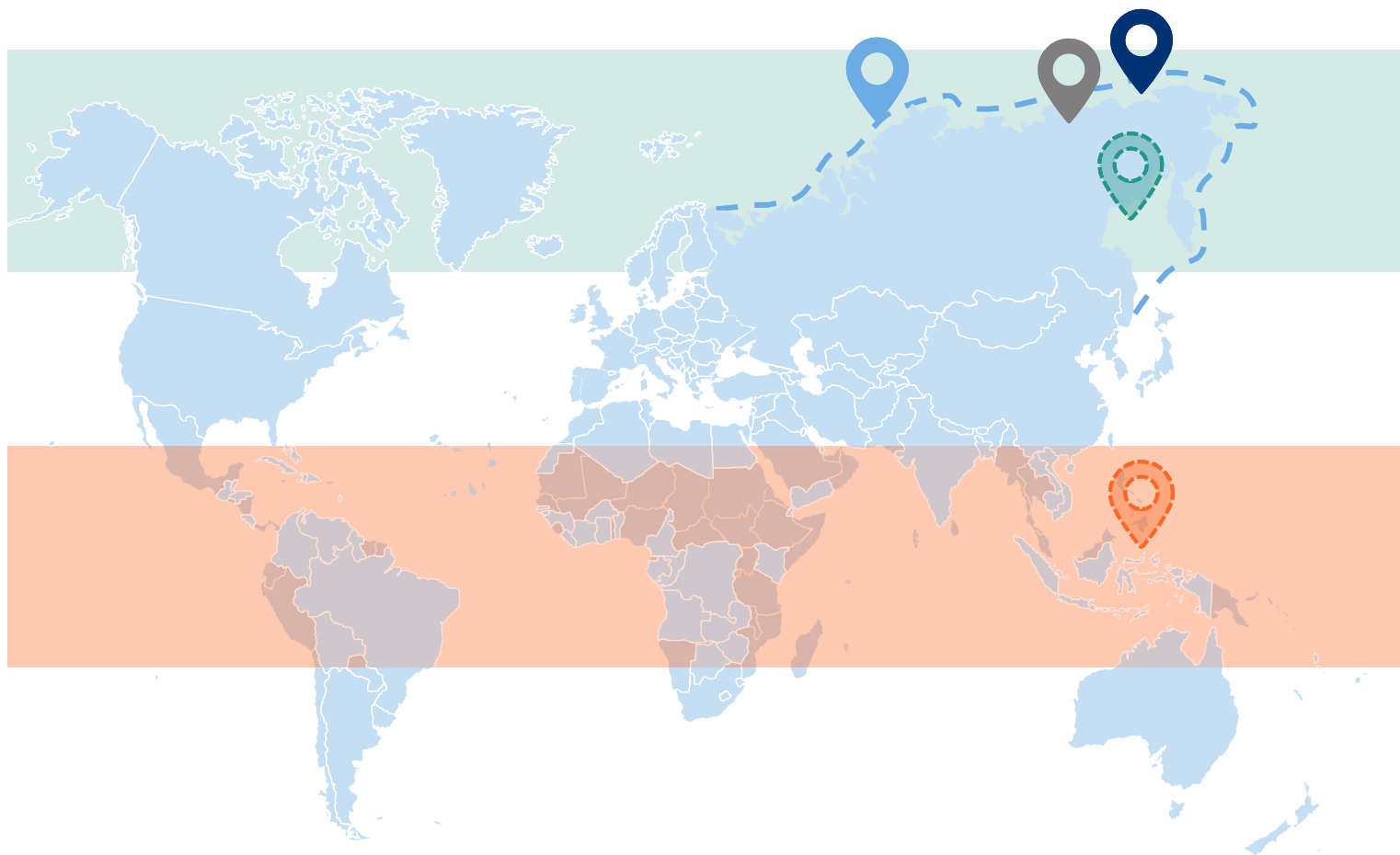


**ОПЭБ
РИТМ-200М
14-19**

Активная зона 14-19
для РУ РИТМ-200М
**Оптимизированного
плавающего энергоблока
тропического направления**

Проекты Росатома

География проектов Росатома



● ПЭБ Академик Ломоносов
МПЭБ

● Маршруты УАЛ

● АСММ – Саха Якутия

● ПЭБ – арктическое
исполнение

● ОПЭБ – тропическое
исполнение

Проекты Росатома

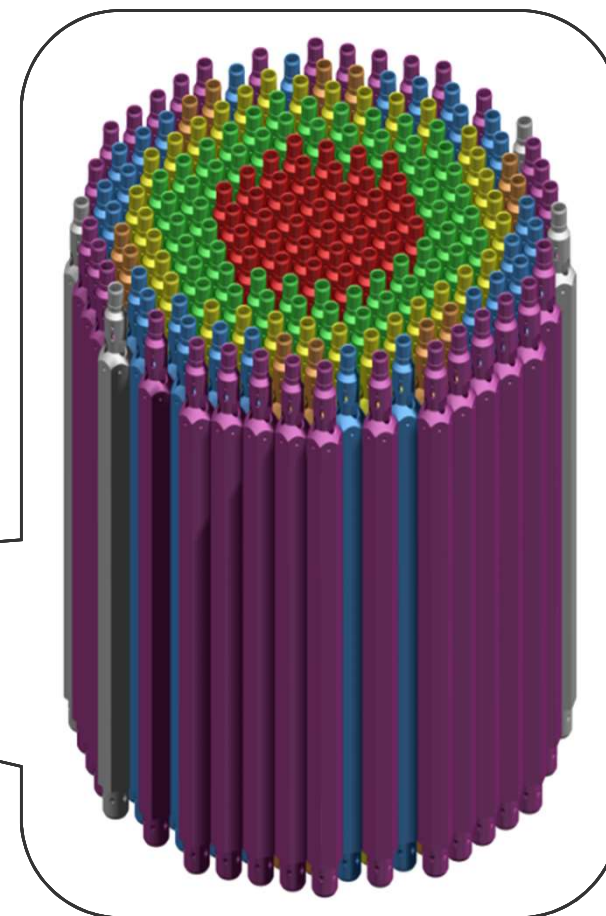
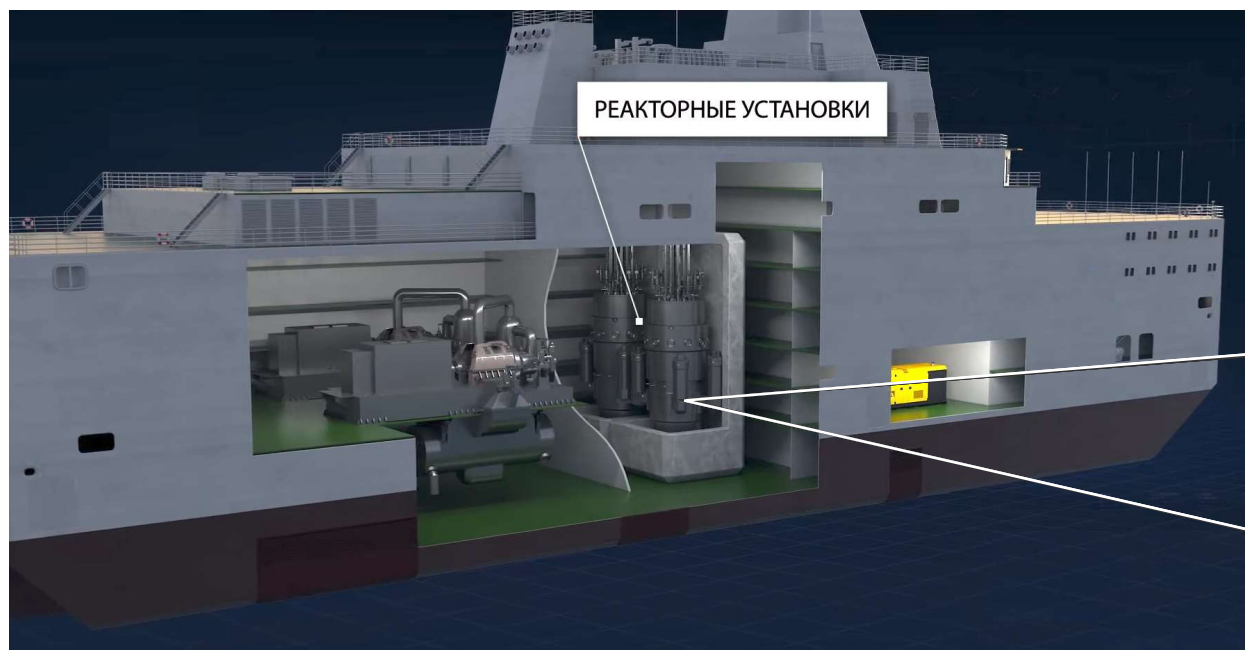


Сводная таблица параметров активных зон

	14-14 ПЭБ «Академик Ломоносов»	14-15-1 УАЛ	14-17 МПЭБ	АС-14-15 АСММ	РИТМ-200М ОПЭБ	РИТМ-400М ПЭБ
Тип активной зоны	Кассетная	Кассетная	Кассетная	Кассетная	Кассетная	Кассетная
Номинальная тепловая мощность, МВт	150	175	198	190	198	340
Электрическая мощность реакторной установки, МВт	35	36	58	55	58	95
Энергоресурс, ТВт·ч	2,1	4,5	8	8	11	13,5
Ресурс, ч	21 000	75 000	75 000	75 000	75 000	75 000
Кампания, ч	14 000	25 700	40 400	42 100	55 555	39 700
EFPD, дни	580	1070	1680	1750	2310	1650
Срок эксплуатации реакторной установки	40	40	40	60	40	40
Тип топлива	Диоксид урана	Интерметалл ид урана	Интерметалл ид урана	Диоксид урана	Диоксид урана	Интерметалл ид урана
Материал оболочки твэл	Zr	Сплав Cr-Ni	Сплав Cr-Ni	Сплав Cr-Ni	Сплав Cr-Ni	Сплав Cr-Ni

Верификация активных зон

Элементы реакторной установки



Активная зона

Верификация активных зон



Верификация активных зон

Научно-техническая база

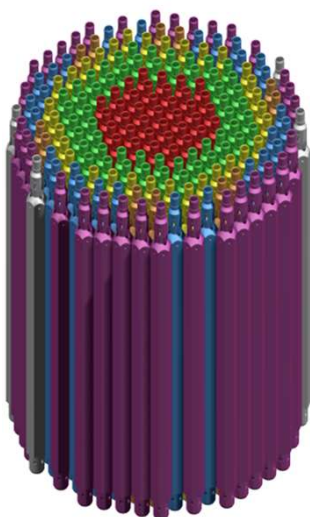
Экспериментальные исследования

Отработанные и испытанные материалы
и конструкторские принципы

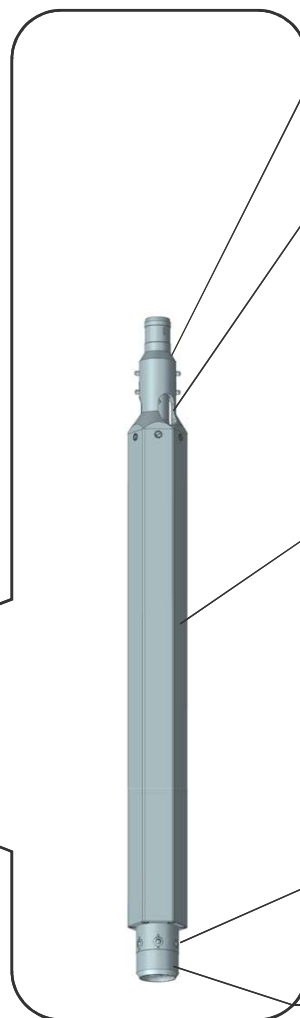
Референтные активные зоны
и их элементы

Анализ опыта эксплуатации
активных зон-аналогов

Верифицированные расчетные программы
для расчетного обоснования

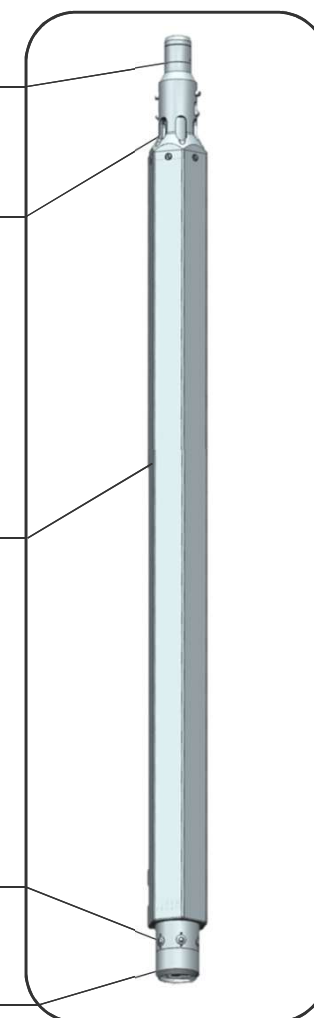


ТВС
ПЭБ «Академик Ломоносов»
и УАЛ



a

ТВС
АСММ, МПЭБ,
ПЭБ, ОПЭБ



b

Верификация активных зон

Расчетное и экспериментальное обоснование проектов



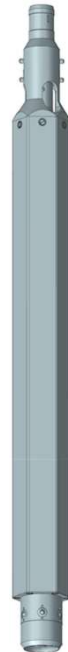
Верификация активных зон

Экспериментальное подтверждение конструкции



Испытания:

- ресурсно-гидравлические;
- теплофизические;
- гидравлические;
- термоциклические;
- на ударостойкость;
- комплексные механические;
- аэродинамические;
- с имитационной активной зоной.



Испытания:

- ресурсно-гидравлические;
- теплофизические;
- гидравлические;
- термоциклические;
- на ударостойкость;
- комплексные механические;
- модернизированных элементов и узлов ТВС.



ТВС аналоги

Реакторные испытания материалов и элементов конструкции в реакторных установках атомных ледоколов и исследовательских реакторах



Испытания проводились:

- на макетах и опытных ТВС;
- на имитаторах и моделях узлов ТВС.

Верификация активных зон

Обоснование твэл

НИОКР



- Отработка технологии изготовления твэл увеличенной длины
- Расчетное обоснование

Экспериментальные исследования



- Реакторные испытания твэл 14-14, 14-15-1, АС-14-15 в реакторе МИР АО «ГНЦ НИИАР»
- Послереакторные исследования твэл 14-14, 14-15-1, АС-14-15, в том числе твэл отработавших активных зон

Научно-техническая база разработки



- Многолетний опыт разработок и эксплуатации топлива в ледокольных активных зонах
- НИОКР по топливу аналогичных активных зон

Работоспособность конструкции твэл с обеспечением установленных показателей надежности подтверждена расчетами, экспериментами и результатами эксплуатации в реальных условиях

В качестве материала оболочки топливных элементов всех разрабатываемых активных зон используется уникальный сплав Cr-Ni

Заключение



Дальнейшие направления развития

1. Увеличение энергоресурса активной зоны для увеличения интервала между перегрузками
2. Увеличение назначенного срока службы основного оборудования
3. Повышение экономической эффективности
4. Создание различных вариантов энергоблоков с широким спектром параметров

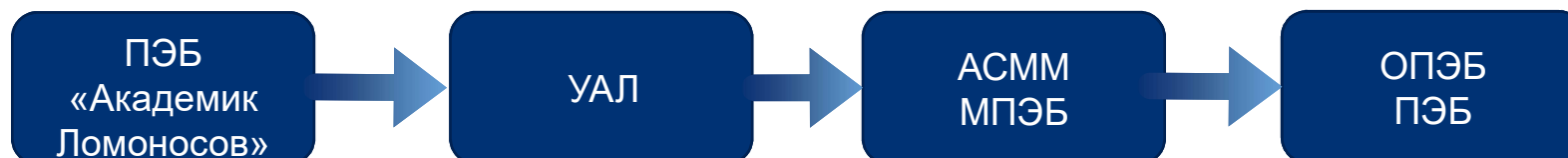


Преимущества

Маневрирование в широком диапазоне мощности

Длительный период работы без перегрузок

Устойчивый источник энергоснабжения на удаленных территориях и территориях с ограниченной сетевой инфраструктурой



Спасибо за внимание

Михаил Тутуркин

Инженер-конструктор отдела конструирования активных зон ВВР

АО «ОКБМ Африкантов», Нижний Новгород

**14-15 сентября 2023 года,
г. Электросталь**

