



ОКБМ
АФРИКАНТОВ
РОСАТОМ

Развитие судовых реакторных установок

«Малая атомная энергетика: вчера, сегодня, завтра»

Круглый стол «Ядерного общества России»

Реакторные установки для атомных ледоколов и других судов

Начало работ – 1954 год



ОКБМ
АФРИКАНТОВ
РОСАТОМ

Главный конструктор и комплектный поставщик судовых реакторных установок для атомного ледокольного флота

11 атомных ледоколов и
1 лихтеровоз;
24 РУ ;
> 50 лет работы 3-х поколений а/л в Арктике;
суммарная наработка
~ 400 реакторо-лет

7 премий в области науки и техники.
2010 год – премия правительства РФ за работу: «Создание научно-технической базы и внедрение комплекса технологий увеличения срока эксплуатации и повышения безопасности атомных ледоколов с водородными реакторами» (Руководитель – Полуничев В.И., АО «ОКБМ Африкантов»)

- ✓ Проектирование и комплектная поставка оборудования РУ.
- ✓ Авторский надзор, техническое сопровождение оборудования РУ.
- ✓ Продление срока эксплуатации и ресурса РУ.

Выведены из эксплуатации: «Ленин», Арктика», «Сибирь», «Россия», «Советский Союз».
В эксплуатации: «Таймыр», «Вайгач», «Ямал», «50 лет Победы», «Севморпуть»,
УАЛ: «Арктика», «Сибирь».
Строятся: «Урал», «Чукотка», «Якутия», «Россия».

Основные технические решения

Этапы создания РУ ОК-150

Эскизный проект	четыре месяца (завершен к маю 1954 г.)
Технический проект	девять месяцев (завершен к марту 1955 г.)
Рабочая конструкторская документация на оборудование и системы ППУ	в течение 1956 г. (разработали шесть специально созданных групп)

Объединенные усилия КБ и цехов завода № 92 позволили изготовить, испытать и своевременно поставить оборудование на завод-строитель и смонтировать его на атомном ледоколе в кратчайшие сроки.

Срок разработки и изготовления РУ – 3 года

Основные технические решения:

- три реакторные установки;
- номинальной мощностью по 90 МВт;
- петлевая компоновка;
- паровая СКД.

ППУ ОК-150 создавалась без наземного прототипа.

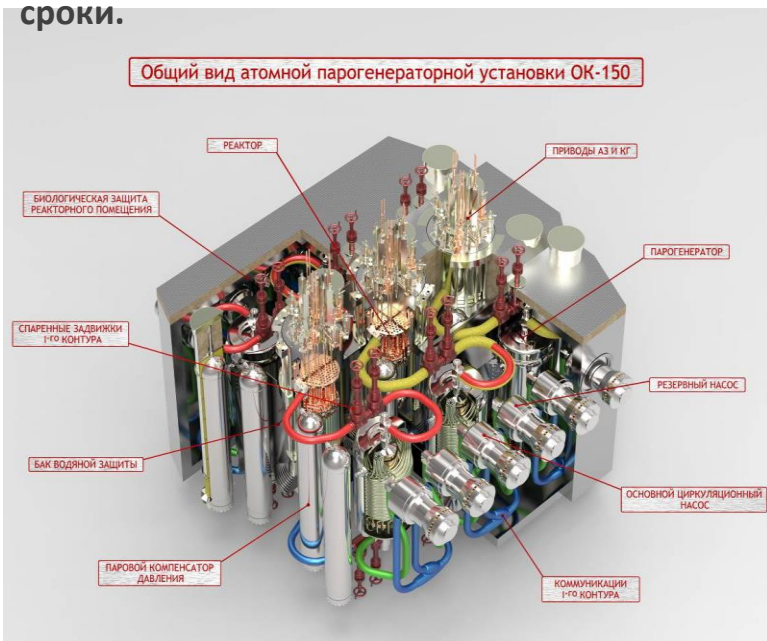
Итоги эксплуатации:

3 декабря 1959 – передача ледокола в эксплуатацию

1959-1966 годы эксплуатации (**6** навигаций)

82 000 миль пройдено

26 000 часов достигнутый ресурс (12 000 ч проектный ресурс)



Мощность главной энергетической установки **44 000** л.с.

Основные технические решения

Этапы создания РУ ОК-900

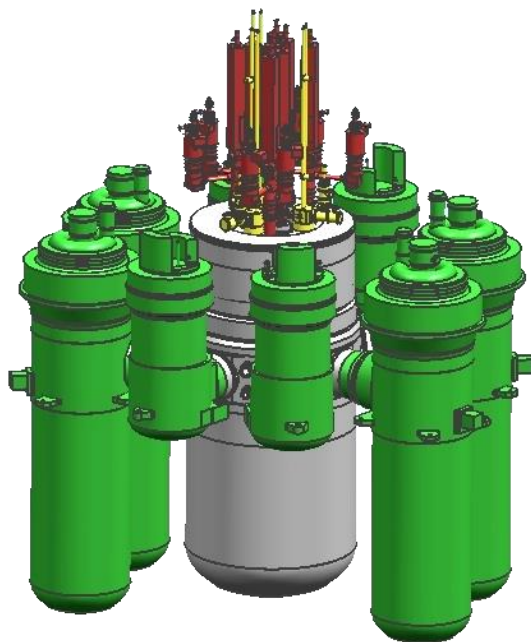
Эскизный проект

закончен в сентябре 1965 г.

Выполненные после эскизного проекта проработки показали возможность разместить РУ ОК-900 в габаритах отсека ППУ ОК-150 а/л «Ленин».

Технический и рабочий проекты

утверждены в мае 1967 г.



Основные новые концептуальные решения:

- исключение третьего реактора;
- применение блочной компоновки;
- замена паровой СКД на газовую;
- применение ПГ с трубной системой из специально созданного титанового сплава.

После тщательного и всестороннего анализа итогов эксплуатации а/л «Ленин» было принято решение не ремонтировать РУ ОК-150, а установить на а/л «Ленин» РУ ОК-900, разработанную с учетом опыта эксплуатации РУ ОК-150.

Итоги:

1970-1989 годы эксплуатации

106 700 часов достигнутый ресурс (100 000 ч проектный ресурс)

Учитывая положительные результаты эксплуатации а/л «Ленин», было принято решение о постройке серии ледоколов с РУ типа ОК-900

Итоги эксплуатации РУ ОК-900А на атомных ледоколах

Итоги:

1975-по наст. время годы эксплуатации

6 атомных ледоколов («Арктика», «Сибирь», «Россия», «Советский Союз», «Ямал», «50 лет Победы»)

12 реакторных установок ОК-900А

177 200 часов максимально достигнутый ресурс на а/л «Арктика» (100 000 ч проектный ресурс)

2 атомных ледокола в эксплуатации («Ямал», «50 лет Победы»)

Успешный опыт эксплуатации РУ типа ОК-900А позволил применить ряд технических решений для создания корабельных РУ



Основные технические решения по созданию судовых РУ третьего поколения (РУ типа КЛТ-40)



ОКБМ
АФРИКАНТОВ
РОСАТОМ



РУ третьего поколения – КЛТ-40 была создана для лихтеровоза-контейнеровоза «Севморпуть» и спроектирована в соответствии с требованиями международного Кода ИМО по безопасности ядерных торговых судов.



Модифицированный вариант – РУ КЛТ-40М установлен на ледоколах с ограниченной осадкой «Таймыр» и «Вайгач», предназначенных для проводки транспортных судов в устьях сибирских рек.

Исполнение однореакторное.

В РУ КЛТ-40:

- улучшена конструкция защитной оболочки;
- предусмотрены дополнительные системы безопасности (предусмотрена система защиты первого контура от переопрессовки, система затопления защитной оболочки).



Итоги:

1988-по наст. время годы эксплуатации

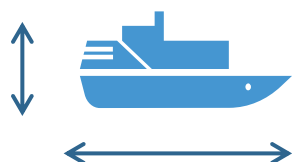
3 атомных судна (а/л «Таймыр» и «Вайгач», а/л «Севморпуть»)

более 200 000 часов максимально достигнутый ресурс на а/л «Таймыр» и «Вайгач» (100 000 ч проектный ресурс)

Первая в мире ПАТЭС «Академик Ломоносов»

➤ Подтверждена референтность технологии АЭС малой мощности

➤ ПАТЭС пришвартована в г.Певек, пущена ЯЭУ, эксплуатируется с 2020 года



Длина	140 м
Ширина	30 м
Осадка	5.6 м
Водоизмещение	21,000 т



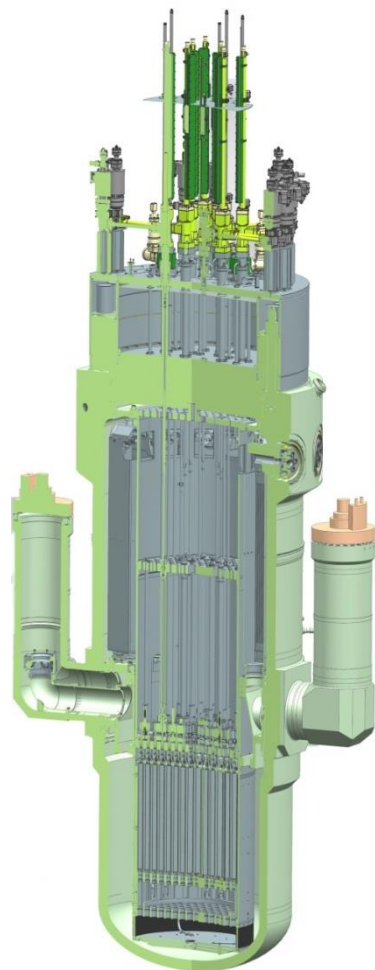
Два РУ КЛТ-40С
Отпуск потребителям

- Электроэнергии 20...70 МВт
- Тепла 50...146 Гкал/ч

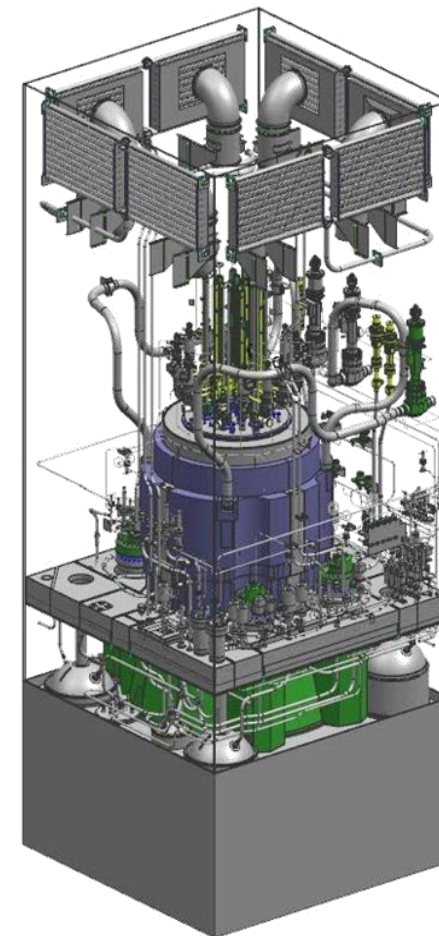
Основные технические характеристики РУ РИТМ-200



ОКБМ
АФРИКАНТОВ
РОСАТОМ



Наименование параметра	Значение
Тепловая мощность, МВт	175
Паропроизводительность, т/ч	248
Температура пара, °С	295
Температура питательной воды, °С	105
Давление пара, МПа (абс.)	3,82
Энергозапас, ТВт·ч	4,5 – 7
Скорость изменения мощности, % Нном/с	0,1 / 1,0
Срок службы до списания, лет	40
Ресурс до списания, ч	320 000
Срок службы до ремонта, лет	20
Ресурс до ремонта, ч	160 000
Период непрерывной работы, ч	26 000
Период между перегрузками (при КИУМ=0,65), лет	4,5 – 7
Масса 2-х РУ, т	2200
Габариты блока из 2 РУ, м	6,0×13,2×15,5



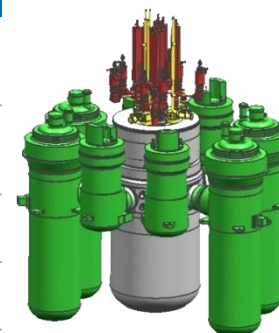
Прогресс судовых реакторных технологий



ОКБМ
АФРИКАНТОВ
РОСАТОМ

Характеристика	РУ действующего ледокола	РУ для УАЛ (РИТМ-200)
Назначенный ресурс оборудования до заводского ремонта	в 2,6 раза	▲
Назначенный срок службы основного оборудования до заводского ремонта	в 1,6 раза	▲
Энергоресурс а.э.	до 2 – 3-х раз	▲
КИУМ	в 1,9 раза	▲
Период непрерывной работы	в 3,2 раза	▲
Масса двух РУ в пределах ЗО	в 1,7 раза	▼
Площадь в пределах ЗО	в 2,6 раза	▼

ПГБ РУ действующих а/л



7 РУ в эксплуатации

ПГБ РУ РИТМ-200



4 РУ в эксплуатации
2 РУ на испытаниях
4 РУ изготавливаются



Атомная станция малой мощности (АСММ) – новый продукт Госкорпорации «Росатом»

Главный конструктор РУ, изготовитель и комплектный поставщик РУ / ЯЭУ для наземных и плавучих АСММ

МПЭБ



НАЗЕМНАЯ АСММ



ОПЭБ



МПЭБ с двумя РУ РИТМ-200С

Электрическая мощность	2 × 53 МВт
Срок службы	40 лет
КИУМ	0,8
Период между перегрузками	5-7 лет

АСММ с двумя РУ РИТМ-200Н

Электрическая мощность	2 × 53 МВт
Срок службы	60 лет
КИУМ	0,9
Период между перегрузками	6 лет

ОПЭБ с двумя РУ РИТМ-200М

Электрическая мощность	2 × 50 МВт
Срок службы	40 лет
КИУМ	0,8
Период между перегрузками	9-10 лет

2022 – завершен технический проект
2022 – старт изготовления оборудования
2027 – ввод в эксплуатацию

2019 - разработан обливочный проект
2022 - окончание технического проекта РУ
2024 – «первый бетон»
2027 – сооружение АСММ

2020 – разработан эскизный проект ОПЭБ
2023 – разработка технического проекта

Создание атомного ледокола «Лидер» с РУ РИТМ-400

Назначение: Проводка одиночных крупнотоннажных судов, лидирование караванов круглогодично в Арктике.

Задачи:

1. Обеспечение движения по трассам Северного Морского Пути круглогодично по расписанию, вне зависимости от погодных условия и ледовой обстановки.
2. Обеспечение круглогодичного вывоза углеводородов с ямальских месторождений в страны Азиатско-Тихоокеанского региона.

Строительство ледокола ведется на ООО «ССК «Звезда»
Сдача в эксплуатацию – 2027 г.

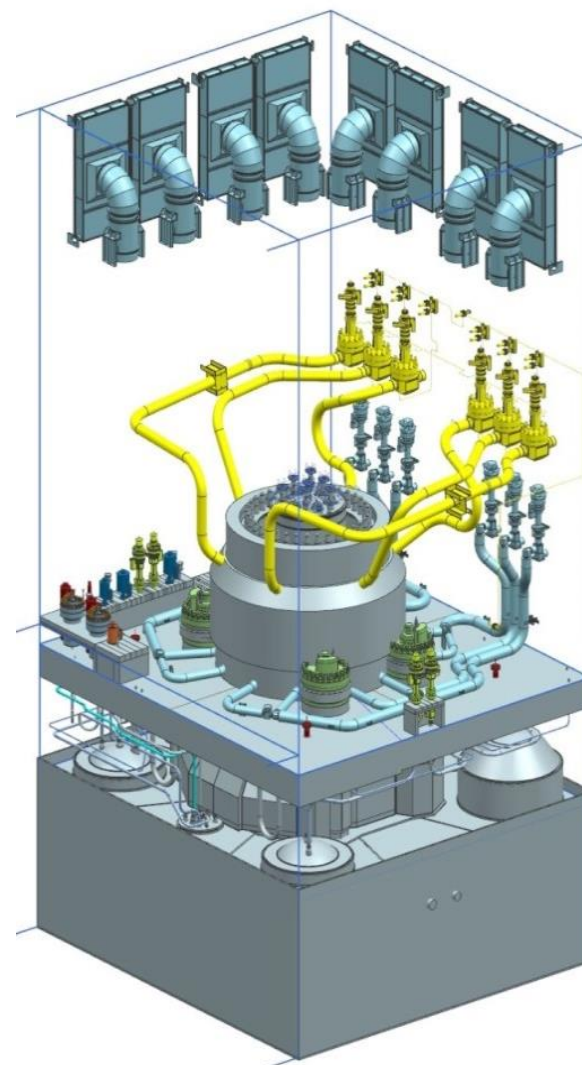
**Задача
АО «ОКБМ Африкантов»**

**Комплектная поставка
оборудования ЯЭУ
а/л «Лидер».**



Основные технические характеристики РУ РИТМ-400

Характеристика	Значение
Тепловая мощность РУ, МВт	315
Паропроизводительность, т/ч	450
Температура пара, °С	295
Давление пара, МПа	3,8
Температура питательной воды, °С	105
Энергозапас а.з., ТВт/ч	6,0
Период между перегрузками (при КИУМ = 0,5), лет	5,7
Скорость изменения мощности, % Нном/с	0,1 / 1,0
Срок службы до списания, лет	40
Ресурс до списания, ч	320 000
Срок службы до ремонта, лет	20
Ресурс до ремонта, ч	160 000
Период непрерывной работы, ч	26 000
Масса блока из 2-х РУ, т	3890
Габариты блока из 2-х РУ, м	9×18,2×17,5



Заключение

- 1. Атомная энергетика доказала эффективность и перспективность ее использования в судовой энергетике и внесла существенный вклад в развитие Северного Морского Пути и освоение Арктики.**
- 2. Применение в составе ледоколов ядерных энергетических установок позволило создать атомные ледоколы с высокой ледопроеходимостью и автономностью плавания.**
- 3. Благодаря многолетнему опыту проектирования, изготовления и эксплуатации судовых реакторных установок накоплены опыт и база знаний для дальнейшего развития и тиражирования судовых реакторных технологии при создании новых ледоколов, АС ММ плавучего и наземного исполнения и других проектов.**

Спасибо за внимание

Фамилия Имя Отчество
Должность

Тел.: +7 (000) 000 00 00, доб. 0000
Моб. тел.: +7 (000) 000 00 00
E-mail: namesurname@nameofcompany.ru
www.nameofcompany.com

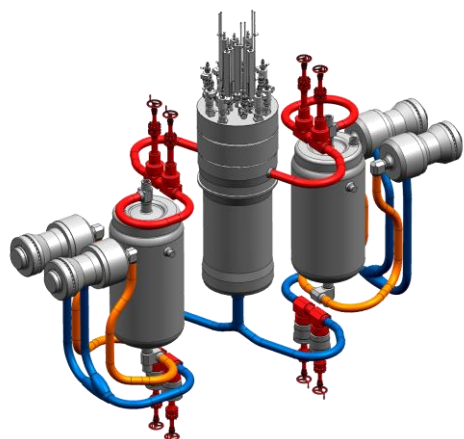
21.05.2020

Основные технические характеристики судовых РУ

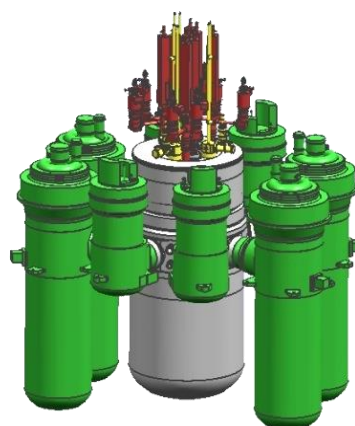


ОКБМ
АФРИКАНТОВ
РОСАТОМ

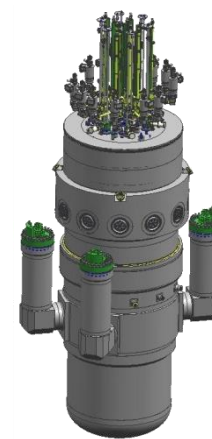
Наименование	ОК-150	ОК-900	ОК-900А	КЛТ-40	КЛТ-40М	РИТМ-200	РИТМ-400
Мощность РУ, МВт	3×90	2×159	2×171	1×135	1×171	2×175	2×315
Ресурс (проектный), тыс. ч	12	25-60	50-100	100		320	320
Кампания активной зоны, лет	0,55	2,5 – 3		3 – 4	2,5 – 3	4,5-7	4,7
Масса, т	3 017 (3 РУ)	2 434 (2 РУ)		1 634 (1 РУ)	1 300 (1 РУ)	2200 (2 РУ)	3890 (2 РУ)
Габаритные размеры, м	11,5×10,4 ×10,5	7,9×13,5×9,2		8,6×8,6 ×8,2	7,6×8,0 ×8,1	6×13,2 ×15,5	9×18,2 ×17,5
Удельная мощность, кВт/т	89,5	130,6	140,5	82,6	131,5	159,1	161,95
Удельная мощность, МВт/м ²	2,26	3	3,2	1,83	2,81	4,42	3,85



Реактор РУ ОК-150



ПГБ РУ
типа ОК-900 и КЛТ-40



ПГБ РУ РИТМ-200

Характеристики реакторной установки АБВ-6Э для АСММ

Тепловая мощность РУ, МВт	38
Давление в первом контуре, МПа	15,7
Паропроизводительность, т/ч	55
Срок службы незаменимого оборудования, лет	40
Период непрерывной работы, ч	26 000
Энергоресурс активной зоны, ТВт·ч	2,3
Максимальное обогащение топлива в активной зоне, %	15,7
Высота, м	12,2
Диаметр, м	5,6
Масса реакторной установки в 3О, т	900

Приводы СУЗ

ПГБ

3О

Гидроаккумулятор

Основные технические решения

- ✓ Работа реакторной установки без перегрузки в течение **10 лет**.
- ✓ Модульная конструкция энергоблока, обеспечивающая минимальные сроки сооружения.
- ✓ Комплекс пассивных систем безопасности, обеспечивающий безопасность РУ во всех типах аварий в течение неограниченного времени.
- ✓ Инновационная цилиндрическая 3О с повышенными показателями безопасности при авариях LOCA, герметичности и прочности.

Варианты блочно-транспортбельных энергоблоков для АСММ на базе РУ АБВ-6Э

Вариант 1

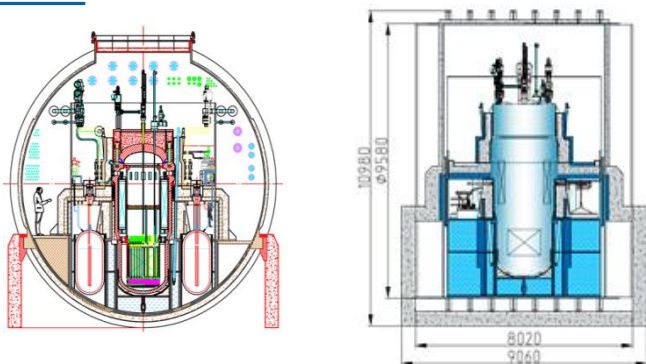


2009 г.

Крупноблочная поставка парогенерирующего агрегата

Характеристика	Значение
Длина контейнера, м	13
Диаметр контейнера, м	8,5
Масса ПА, т	до 200
Транспортировка	Автомобильный, водный и ж/д транспорт

Вариант 2

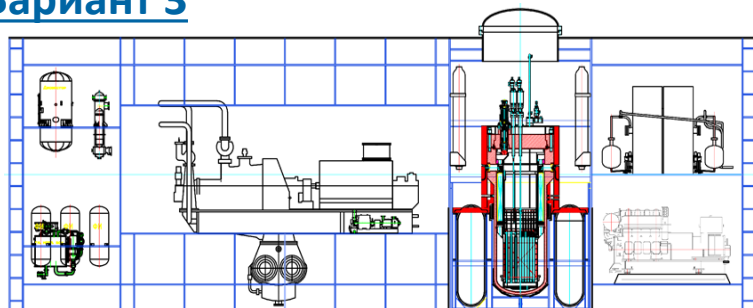


2014 г.

Транспортбельный реакторный блок (ТРБ)

Характеристика	Значение
Длина, м	~ 8
Диаметр, м	~ 9,6
Масса без учета съемной БЗ, т	~ 820
Транспортировка	Водный транспорт

Вариант 3



2014 г.

Транспортбельный моноблок (РУ + ПТУ)

Характеристика	Значение
Длина, м	~ 28
Диаметр, м	~ 9,6
Масса с учетом БЗ, т	~ 2500
Транспортировка	Водный транспорт