



Участие ООО «АЛЬСТОМ
Атомэнергомаш» в создании новых и
модернизации существующих машинных
залов АЭС по технологии **ARABELLE™**.

26.10.2011

Александр Цветков
Генеральный директор ООО «АЛЬСТОМ Атомэнергомаш»

ААЕМ
ALSTOM ATOMENERGOMASH

Создание ООО «АЛЬСТОМ Атомэнергомаш» – ООО «ААЭМ»

ALSTOM

49 %



атомэнергомаш

51 %

2007

AAEM
ALSTOM ATOMENERGOMASH

ARABELLE™



- изготовление турбин, генераторов, теплообменного оборудования машинного зала АЭС 1200 – 1800 МВт

- комплектная поставка оборудования машинного зала АЭС

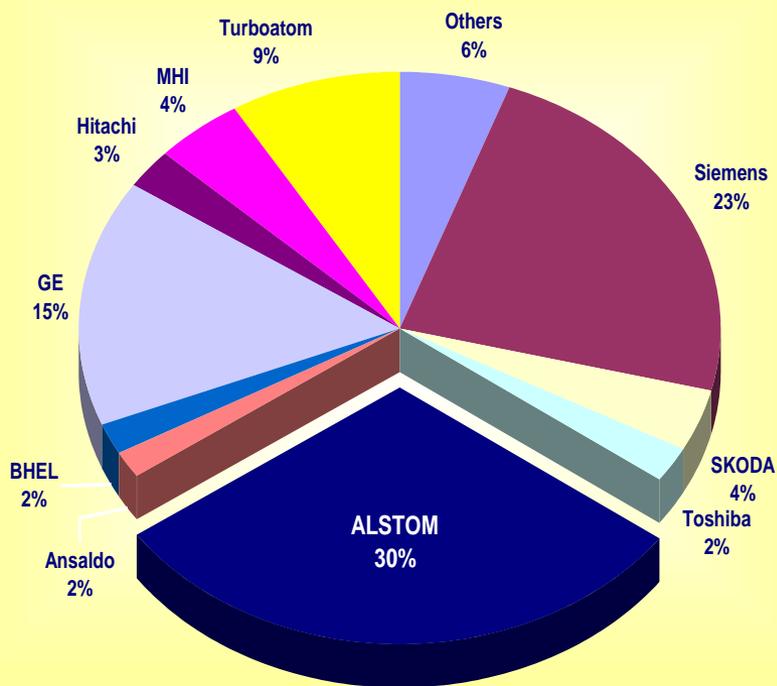
- модернизация оборудования машинного зала АЭС

- поставка систем аварийного энергообеспечения для АЭС

- сервисное обслуживание оборудования машинного зала АЭС

ООО «ААЭМ» Референции Альстом по АЭС

Nuclear Units



26 турбин ARABELLE™ находятся на стадии строительства или в эксплуатации



Calvert Cliffs 3
1 x 1700 MW
(engineering & long lead time item reservation)



Chooz B
2 x 1550 MW
Civaux
2 x 1550 MW
Flamanville 3
1 x 1750 MW



Ling Ao 3+4
2 x 1100 MW
Hong Yan He
4 x 1100 MW
Ningde
4 x 1100 MW
Tianwan 5+6
2 x 1100 MW



Taishan
2 x 1750 MW
Fangjiashan
2 x 1100 MW
Fuqing
4 x 1100 MW

Отличительные особенности АЭС нового поколения:

- повышенная тепловая мощность реактора - до 3300 МВт
- повышенная электрическая мощность – не менее 1255 МВт
- повышенный КПД турбоустановки – до 38 %
- применение турбоустановки ARABELLE™ с двумя ЦНД с ЛПС 1730 мм (69")
- применение САТЭ и теплофикации до 500 МВт
- информационное 3D модели машзала

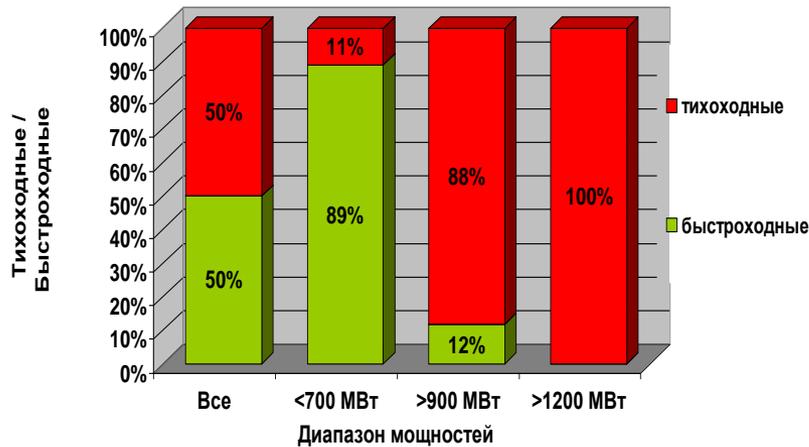
Основные задачи:

- максимальная стандартизация оборудования
- сокращение сроков строительства
- снижение удельных затрат на строительство и эксплуатацию



ООО «ААЭМ» ARABELLE™ - технология для новых АЭС

Доля тихоходных и быстроходных турбин на мировом рынке



Дополнительный доход Заказчика от использования технологии ARABELLE™ по факторам надежности, готовности, экономичности, монтажа и пуска в сравнении с быстроходным оборудованием – от 360 М€ до 430 М€



Ling Ao Блок 1 (3000 об/мин)

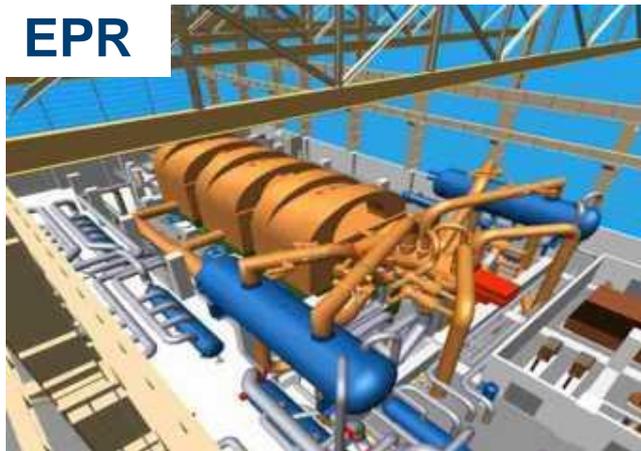


Ling Ao Блок 3 (1500 об/мин)

Параметр	Ling Ao 1	Ling Ao 3	Примечания
Частота вращения турбины	3000 об/мин	1500 об/мин	ARABELLE™ тихоходная турбина
Размеры машзала	99 x 59 м	99 x 59 м	Одинаковая занимаемая площадь
Тепловая мощность реактора	2904 МВт	2904 МВт	Одинаковые характеристики реактора
Температура охл.воды	23 °С	24 °С	На 1°С выше для 3-го энергоблока
Насосы пит.воды	с турбоприводом	с электроприводом	Применение электроприводов на сегодняшний день является стандартным решением
Мощность (за вычетом мощности, отбираемой на питательные насосы)	N	N + 81 МВт	Конфигурация турбины ARABELLE™ позволяет повысить вырабатываемую электрическую мощность более чем на 8%

Максимальная мощность при работе с любым типом реактором

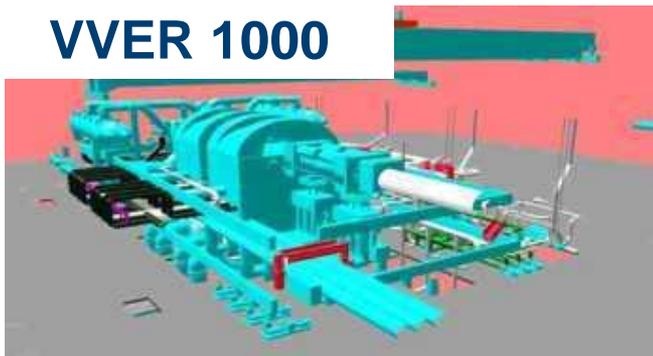
EPR



ESBWR/ABWR



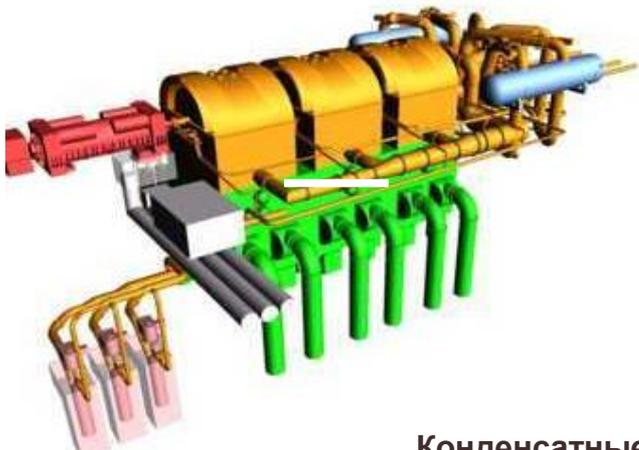
VVER 1000



AP 1000



ООО «ААЭМ» - интегратор машинного зала



Четырёх-полюсный генератор



Ротор НД



Подогреватели питательной воды ВД и НД



Конденсатные насосы



Конденсатор



Циркуляционные насосы

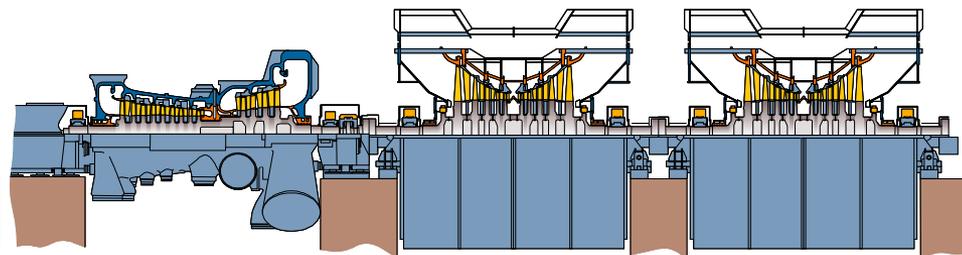
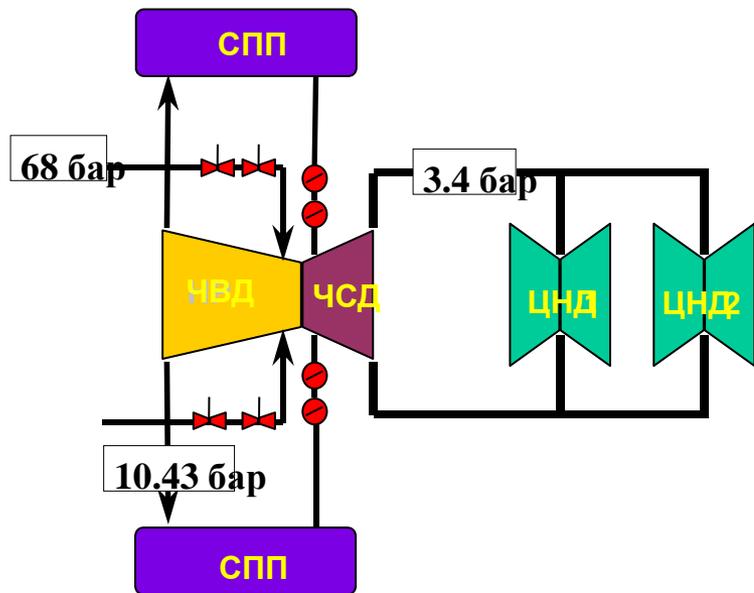


СПП



- Самая большая единичная мощность:
 - 1550 МВт в эксплуатации
 - 1750 МВт в стадии сооружения
- Самая длинная лопатка последней ступени:
 - L = 1750мм
- Наивысшая эффективность:
 - КПД брутто > 37 %
- Наивысшая надежность:
 - коэффициент готовности 99,97%
- Низкие капитальные затраты благодаря компактной конструкции
- Низкие суммарные затраты на эксплуатацию
- Самые большие референции

ООО «ААЭМ» ARABELLE™ - компактная конструкция



Длина турбины – 37,5 м Вес турбины – 1880 т



Совмещенный ЦВСД



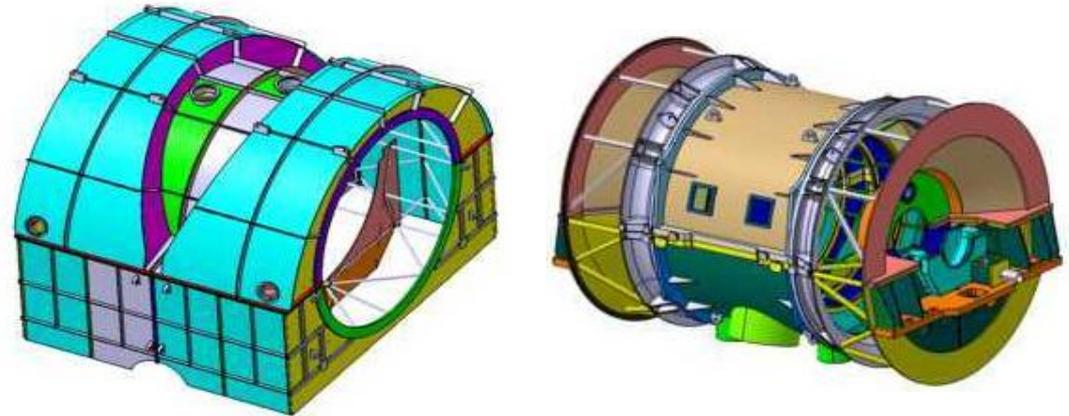
Ротор НД с ЛПС 1730 мм

ООО «ААЭМ» ARABELLE™ - конструктивные особенности

Выхлоп ЧСД



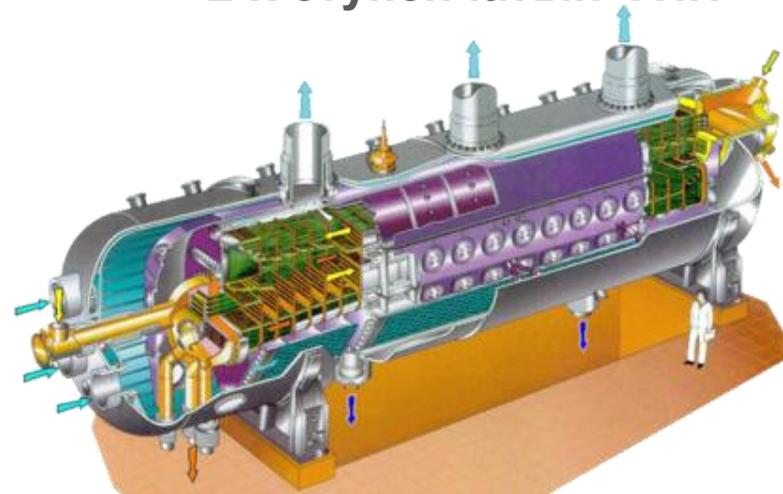
Независимый ЦНД



Генератор



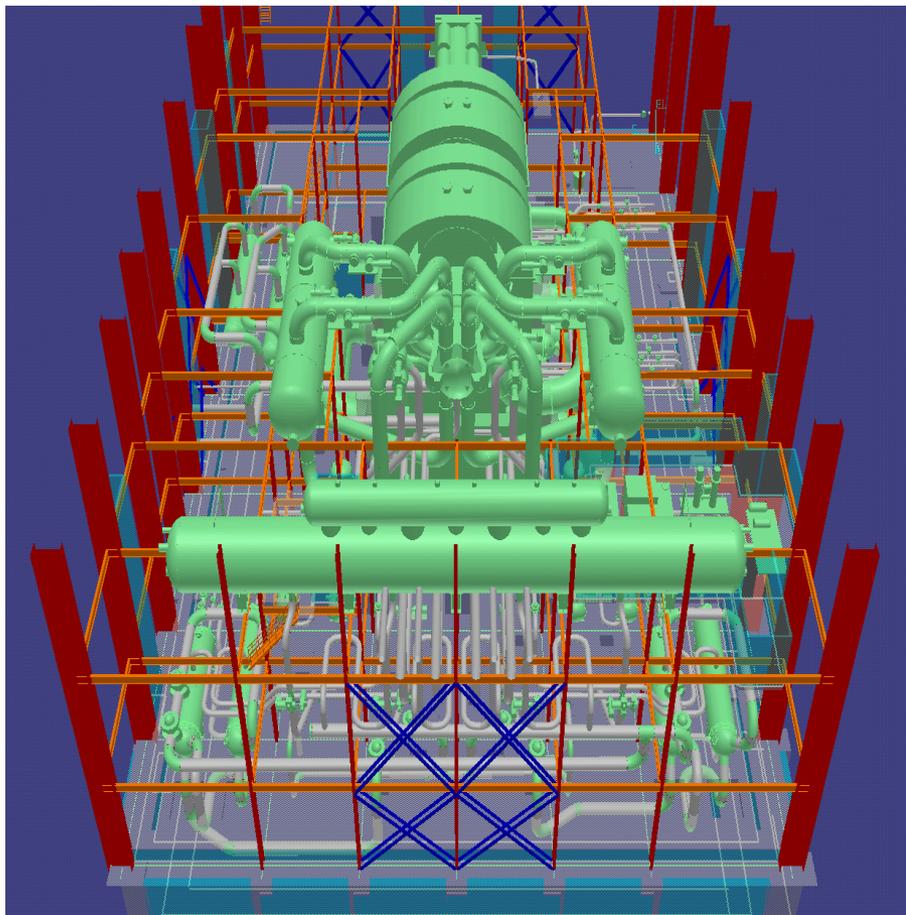
2-х ступенчатый СПП



ARABELLE™ - положительный опыт эксплуатации



Общий вид машинного зала ARABELLE™ для АЭС нового поколения



Основные характеристики:

- СПП 2 x 50%, горизонтального типа
- Дуплексные подогреватели низкого давления 1 и 2 горизонтального типа, встроенные в корпуса конденсатора
- Подогреватели низкого давления LP3/4, горизонтальные, 1 тракт.
- Подогреватели высокого давления HP6/7, горизонтальные, 2 тракта.
- Размеры машинного зала: длина = 91.9 м, ширина = 57.2 м. высота здания ~ 50 м.
- подогреватели сетевой воды - 3 шт., расположены в здании, примыкающем к машинному залу.
- циркуляционные насосы - 2 x 50%.
- конденсатные насосы - 3 x 50%.
- насосы питательной воды - 4 x 33%.
- пусковой насос питательной воды - 1 x 5%

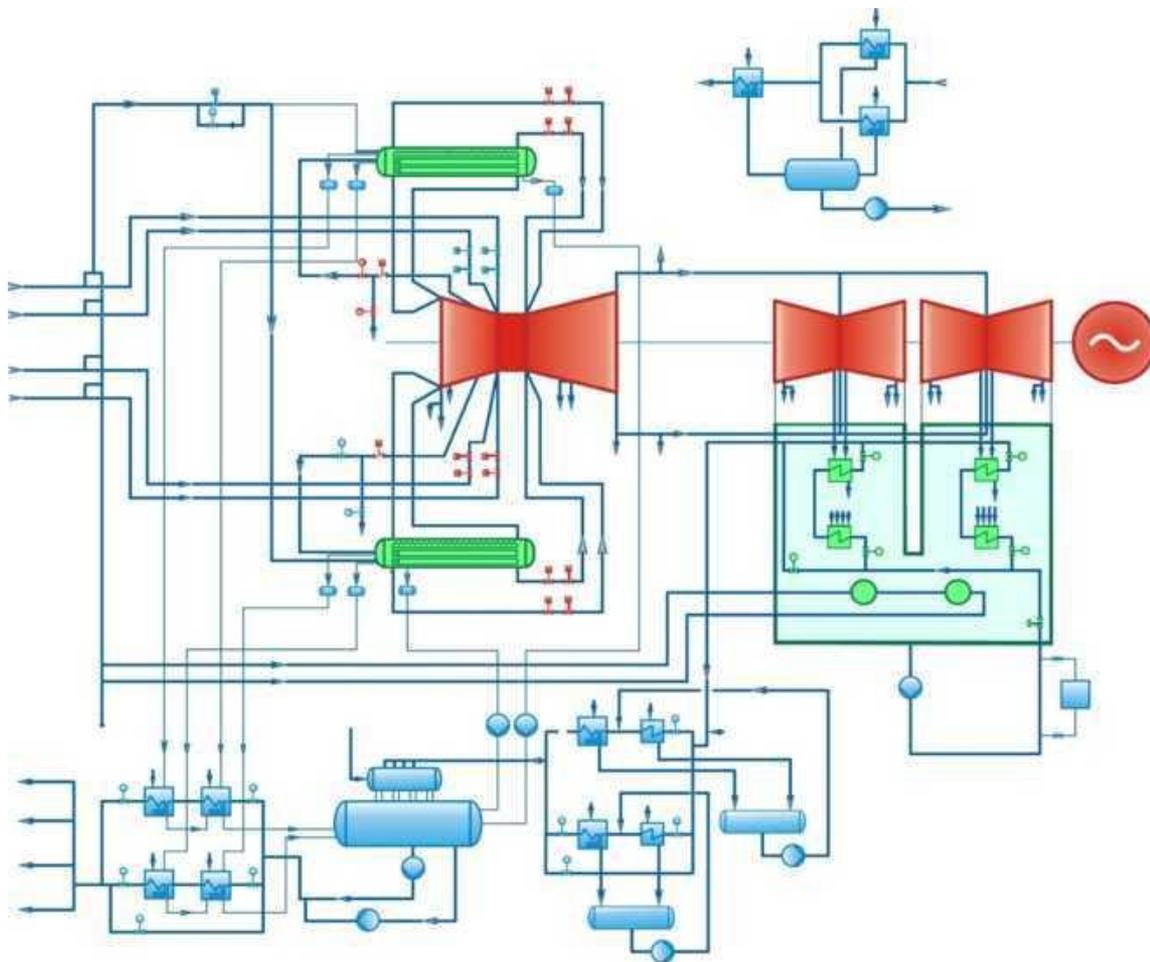
Показатели эксплуатации и техобслуживания

- показатель технического использования 97.5 %
- показатель готовности 99.7 %
- мощность 1256 МВт

ООО «ААЭМ»

Привлечение иностранных компаний для изготовления оборудования машинного зала АЭС

ААЭМ – интегратор машинного зала (Plant Integrator)



ООО «ААЭМ»

Оптимальные решения по низкопотенциальному контуру, теплофикации и САТЭ



Модульный конденсатор



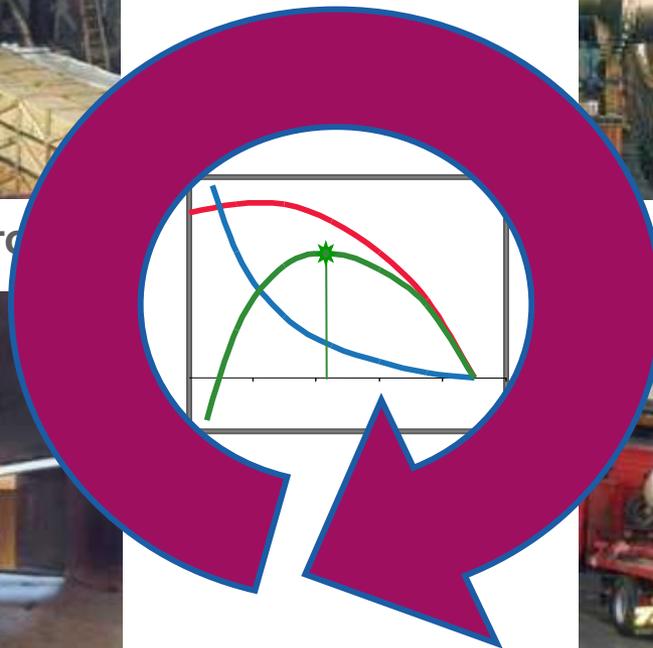
Выбор ЦНД



Циркуляционный насос



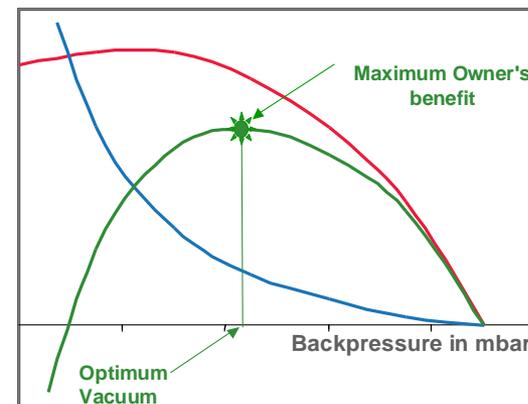
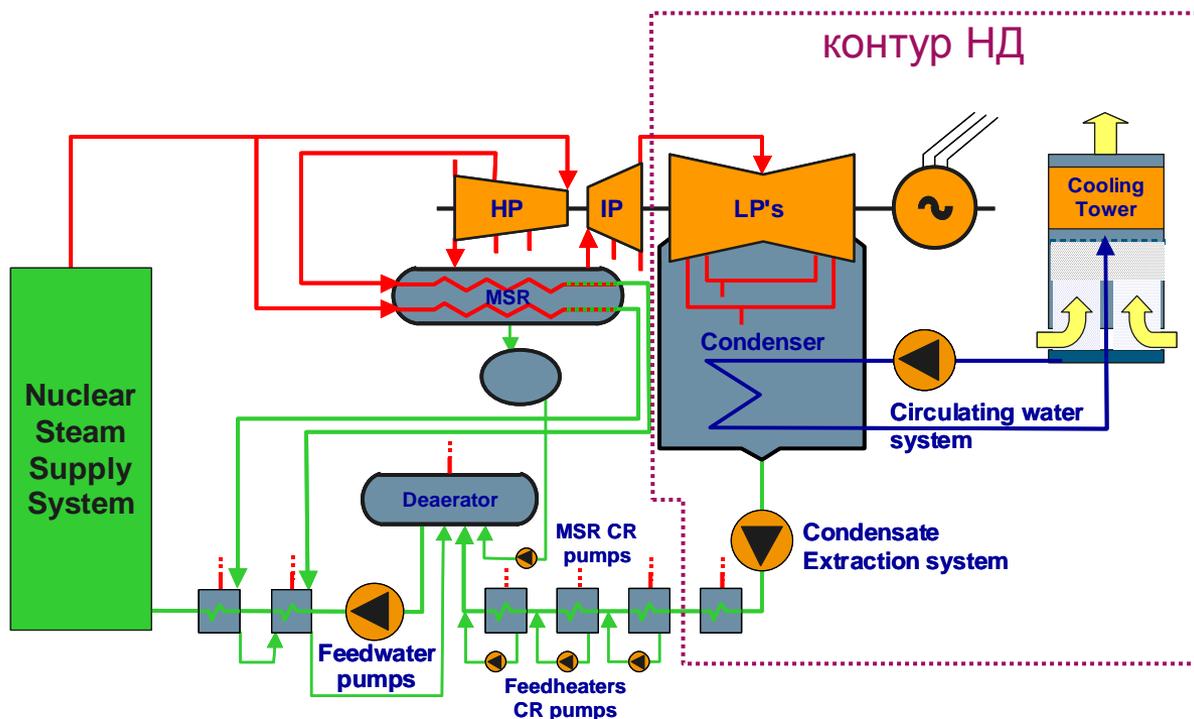
Конденсатный насос



Результаты оптимизации низкопотенциального контура

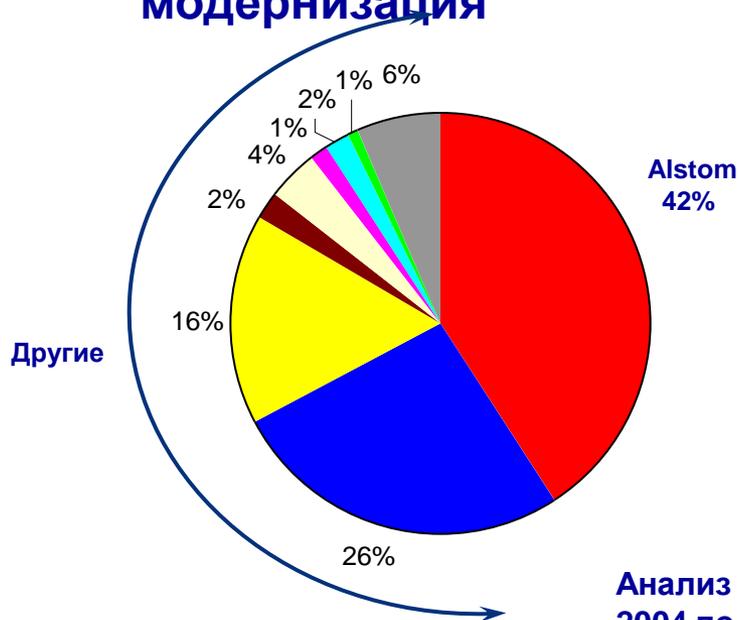
Оптимизация низкопотенциального контура - ключевой фактор для достижения наилучших экономических показателей АЭС

– Фактор влияющий на стоимость электроэнергии

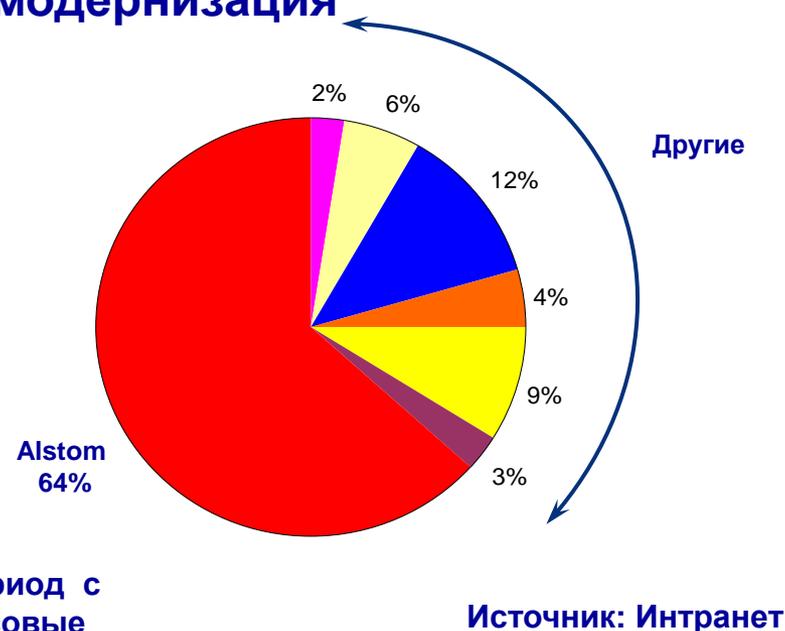


- Оценка стоимости 1МВт
Extra net MW * Evaluation factor
- Стоимость инвестиций
Investment total cost based
- Прибыль Заказчика
Net present value

Покомпонентная модернизация



Комплексная модернизация



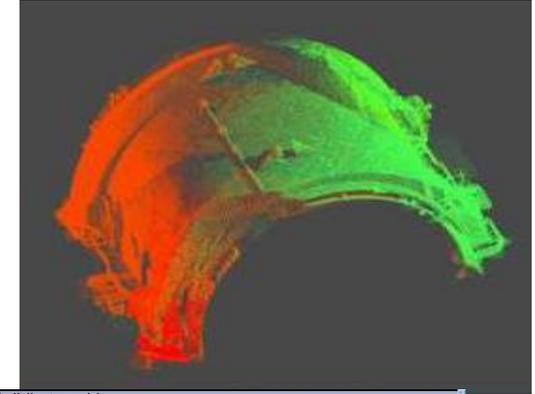
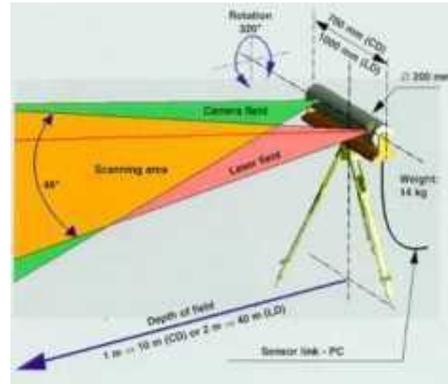
Анализ рынка за период с 2004 по 2008 финансовые годы.

Источник: Интранет

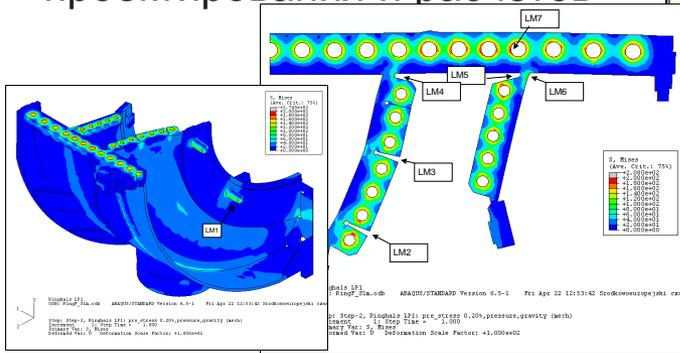
Модернизировано 780 цилиндров турбин ТЭС и АЭС (из них 320 на машинах сторонних производителей)
Преобладает комплексный подход к модернизации

ООО «ААЭМ» Модернизация Процесс обследования и проектирования

Измерения на месте с использованием современного лазерного оборудования



Интегрированные
инструменты
проектирования и расчетов



NRDS:\usr2\dev\retrofits\AAA\demostration\HP_type\hp_full_rotor_model

File View Thermo Shroud Root Diaph Disc Rotor Materials Auto Output Tools

Metric units

SPDA : Root Axial Geometry

Stage 9

Units mm

Root Spec

Standard	Module	Depth	No. of pins	2
	12	32	No. of fingers	5
	15	40		
	17	60		
	18	60		
	23	70		

Platform

Platform width Design rule 34.5

Leading edge offset Design rule 5.89638

Platform inlet edge thickness Design rule 9

Construction details

Disc corner radius 2 Blade corner radius 2

Disc finger to platform cir 0.5 Radial step cir 0.707107

Blade finger to root bottom cir 0.5 Disc chamfer cir 0.5

Dimensions at pins

	Pin 1	Pin 2
Blade inner finger width	6.5	
Disc inner finger width	6.5	12.5
Disc width	107	107
Blade root width	66.5	62.5
Max pin diameter	10	10
Pin diameter	10	10
Depth to pin	15	35

Depths to steps

Step 1

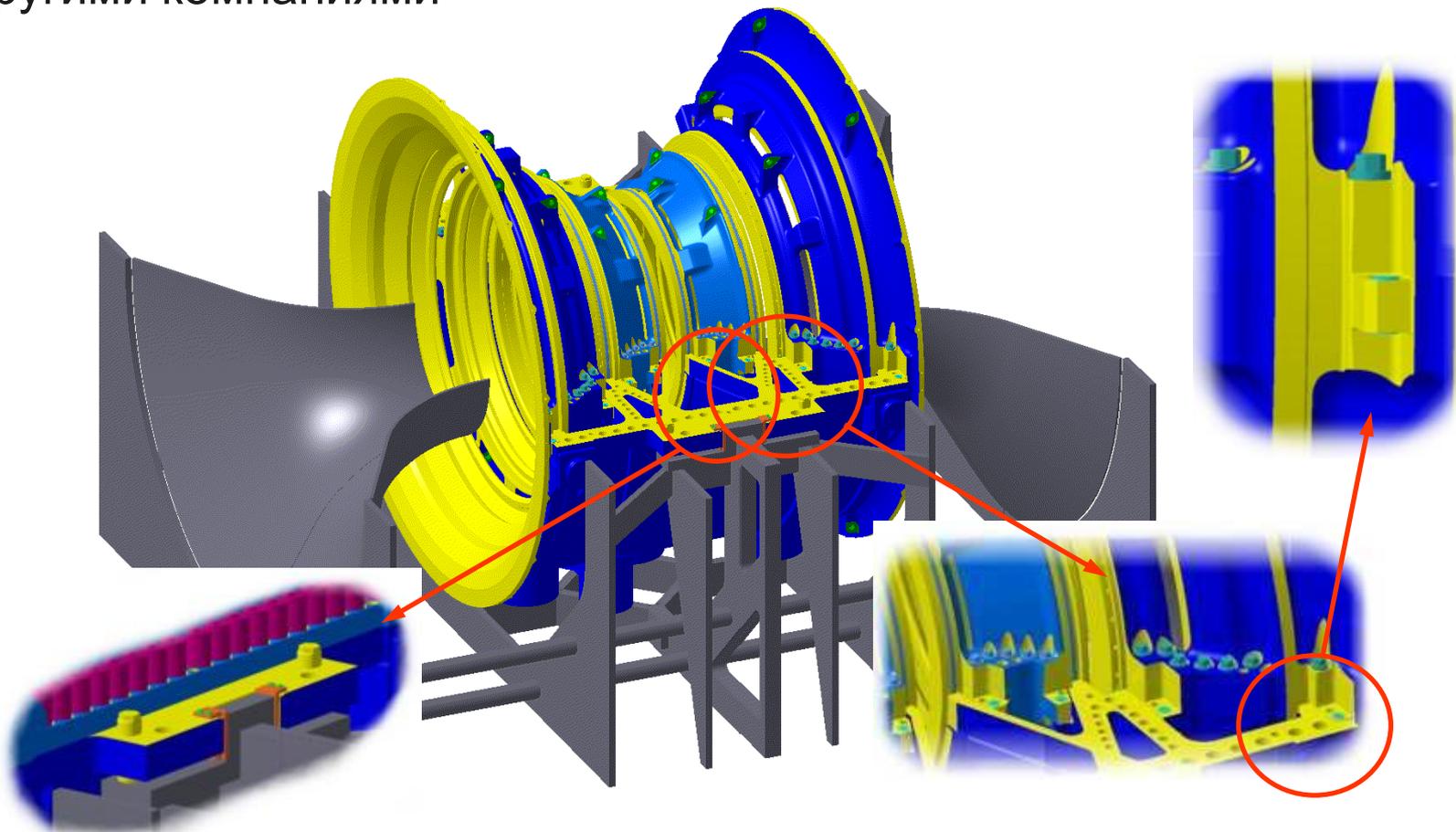
Nominal depth to top of step 24

Nominal depth to bottom of step 26

Apply Reset Annotate... Cancel

ООО «ААЭМ» Модернизация Процесс 3D проектирования

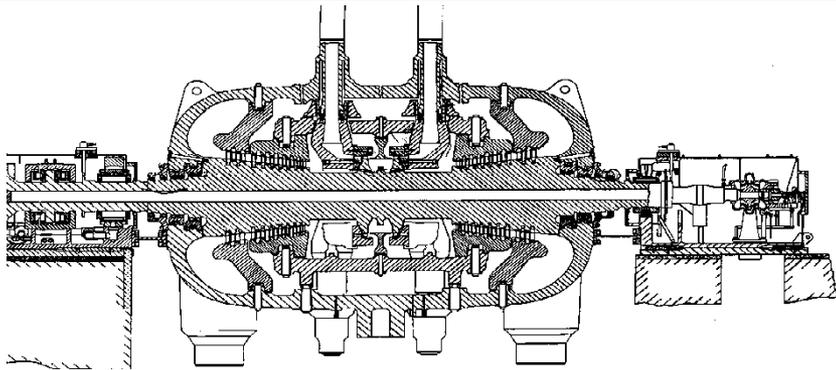
Анализ интерфейса для всех элементов турбин, произведенных другими компаниями



ООО «ААЭМ» Модернизация турбин Варианты технических решений

Оригинальная конструкция

Двухпоточный цилиндр
- облопачивание реактивного типа

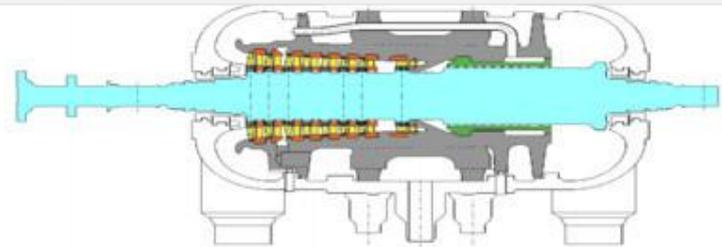


Большое число реализованных технических решений по модернизации

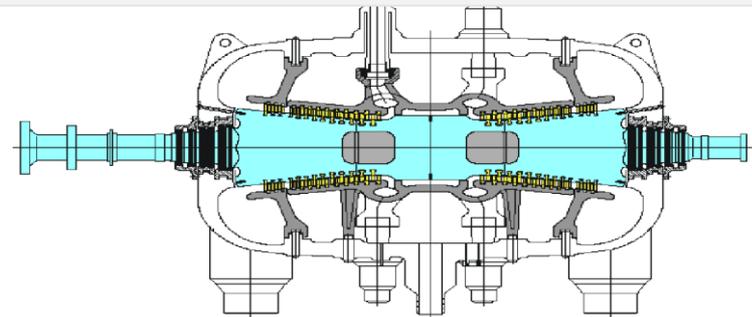
Не требуют участия изготовителя турбины

Адаптация решений для достижения целевых показателей мощности и устранения проблем конкретной турбины

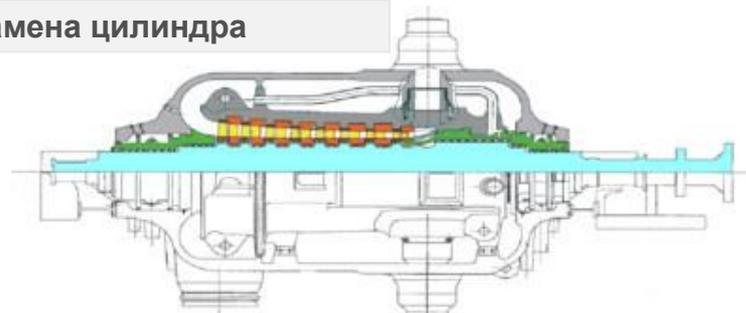
Однопоточный цилиндр - облопачивание реактивного типа



Оптимизация элементов внутреннего корпуса



Полная замена цилиндра

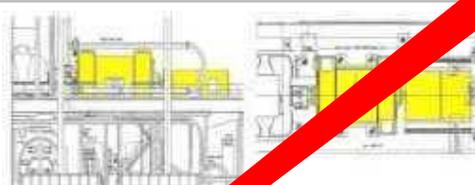


ООО «ААЭМ» Модернизация генераторов

Мощность

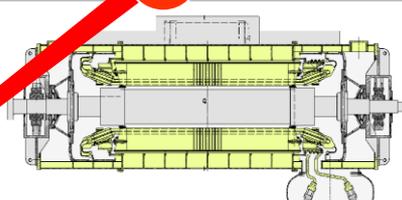
Показатели (МВА, МВАр, КПД, надежность ...)
Время останова
Увеличение срока службы

Замена генератора



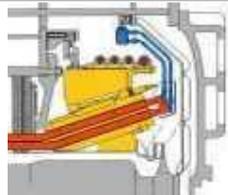
Интегрированные решения по установке новых генераторов на существующем месте, переквалификация вспомогательных систем, новые системы возбуждения и функциональный объем

Средняя часть генератора



Решения «Plug and operate»: замена статора, замена или перемотка ротора, новые системы возбуждения, переквалификация вспомогательных систем

Перемотка/повышение мощности генератора



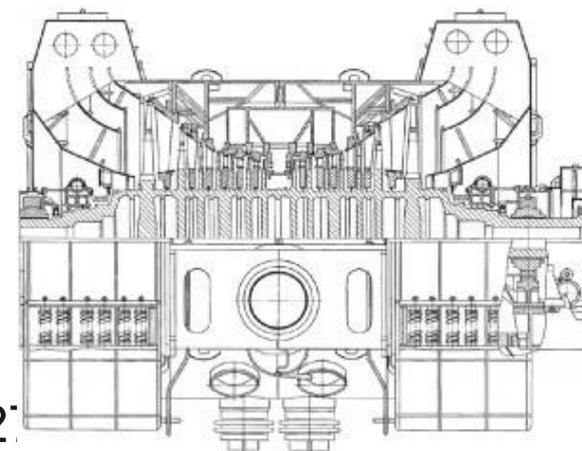
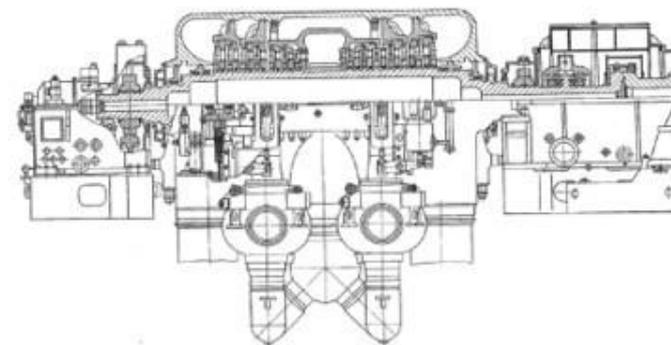
Перемотка статора, перемотка ротора, новые системы возбуждения, изменения технологии, дополнительные цепи (по воде)

Сервис

Сервис узлов и оборудования

Решение, зависящее от желания Заказчика.

- К-1000-60/1500-2 - 1500об/мин
- 1 x двухпоточный модуль турбины ВД
 - 2 x 7 ступеней
 - Облопачивание активного типа
 - Конструкция диск-диафрагма
 - Сварной ротор
 - Полный подвод пара
- 3 x двухпоточных модуля турбины НД
 - 2 x 7 ступеней
 - Облопачивание активного типа
 - Конструкция диск-диафрагма
 - Сварной ротор
 - Последняя ступень: 1450мм (57") на $\phi 2$



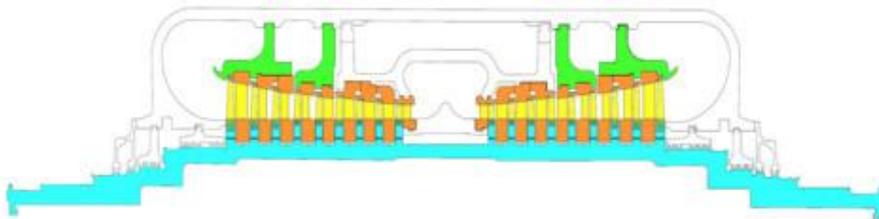
ООО «ААЭМ»

Модернизация Балаковской АЭС

Варианты предложений по ЦВД и ЦНД

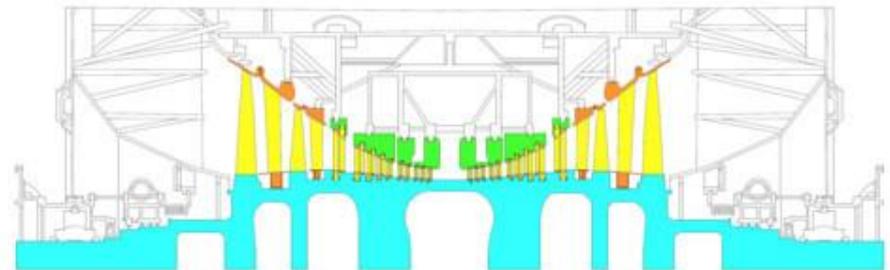
Новый ЦВД

- Активное облопачивание (конструкция диск-и-диафрагма)
 - Выбор между активным и реактивным типом будет зависеть от соотношения затраты/эффект
- 9 ступеней на поток
- Предварительный объем работ включает в себя:
 - Облопаченный ротор
 - Диафрагмы
 - Обоймы диафрагм для ступеней с 4 по 9 (сохраняются существующие обоймы для ступеней с 1 по 3)
- Сварной ротор
- Полный подвод пара (по полной дуге)



Новый ЦНД

- Реактивное облопачивание
- 12 ступеней на поток
- Предварительный объем работ включает в себя:
 - Ротор
 - Направляющие и рабочие лопатки
 - Новые обоймы лопаток – внутренний корпус будет сохранен (подлежит дополнительной оценке)
- Лопатки последней ступени 57"
- Сварной ротор барабанного типа



Заключение

1. В настоящее время из 38 проектов АЭС мощностью 900 МВт и выше 33 проекта оснащены тихоходными паротурбинными установками. 26 из них разрабатываются по технологии ARABELLE™.
2. В ходе испытаний на турбоустановки ARABELLE™ мощностью 1000 МВт на 3-м энергоблоке АЭС Линг Ао в 2010 году при одних и тех же условиях на станции было достигнуто повышение электрической мощности более чем на 8% в сравнение с быстроходной двухпоточной конструкцией турбины.
3. По оценке Альстом/ААЭМ дополнительный доход Заказчика по факторам надежности, готовности, экономичности, монтажа и пуска оборудования ARABELLE™ по сравнению с быстроходным оборудованием расценивается в следующих пределах – 360 М€ на один блок из расчета 25 €/МВт.ч или 430 М€ на один блок из расчета 30€/МВт.ч
4. Российским Заказчиком в 2011 году принято решение об участии СП ААЭМ с технологией ARABELLE™ в разработке и создании АЭС нового поколения для отечественных и зарубежных проектов.
5. ААЭМ базируясь на технические решения Альстом расширяет свои компетенции в области модернизации действующего оборудования АЭС.



Спасибо за внимание!