



# Машинный зал ВВЭР ТОО: современные подходы к проектированию и изготовлению оборудования

АТОМЕКС, Москва, 13 декабря 2012 г.

**Докладчик:**

А.М. Цветков

Генеральный директор ООО «ААЭМ»

**Авторы:**

О. Бризен, Альстом

А.М. Цветков, ООО «ААЭМ»

И.В. Бронников, А.Н. Трошин, А.В. Бляшко, ОАО «НИАЭП»

**ААЭМ**  
ALSTOM ATOMENERGOMASH

# Создание ООО «АЛЬСТОМ Атомэнергомаш» – ООО «ААЭМ»

**ALSTOM**

**ААЭМ**  
ALSTOM ATOMENERGOMASH

 **атомэнергомаш**

49% 51%



изготовление турбин, генераторов, теплообменного оборудования машзала АЭС 1200 МВт – 1800 МВт

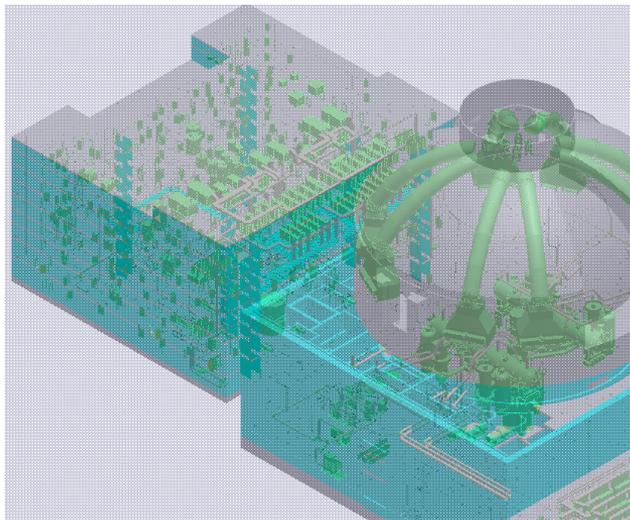
комплектная поставка оборудования машинного зала АЭС

модернизация оборудования машинного зала АЭС

поставка систем аварийного энергообеспечения для АЭС

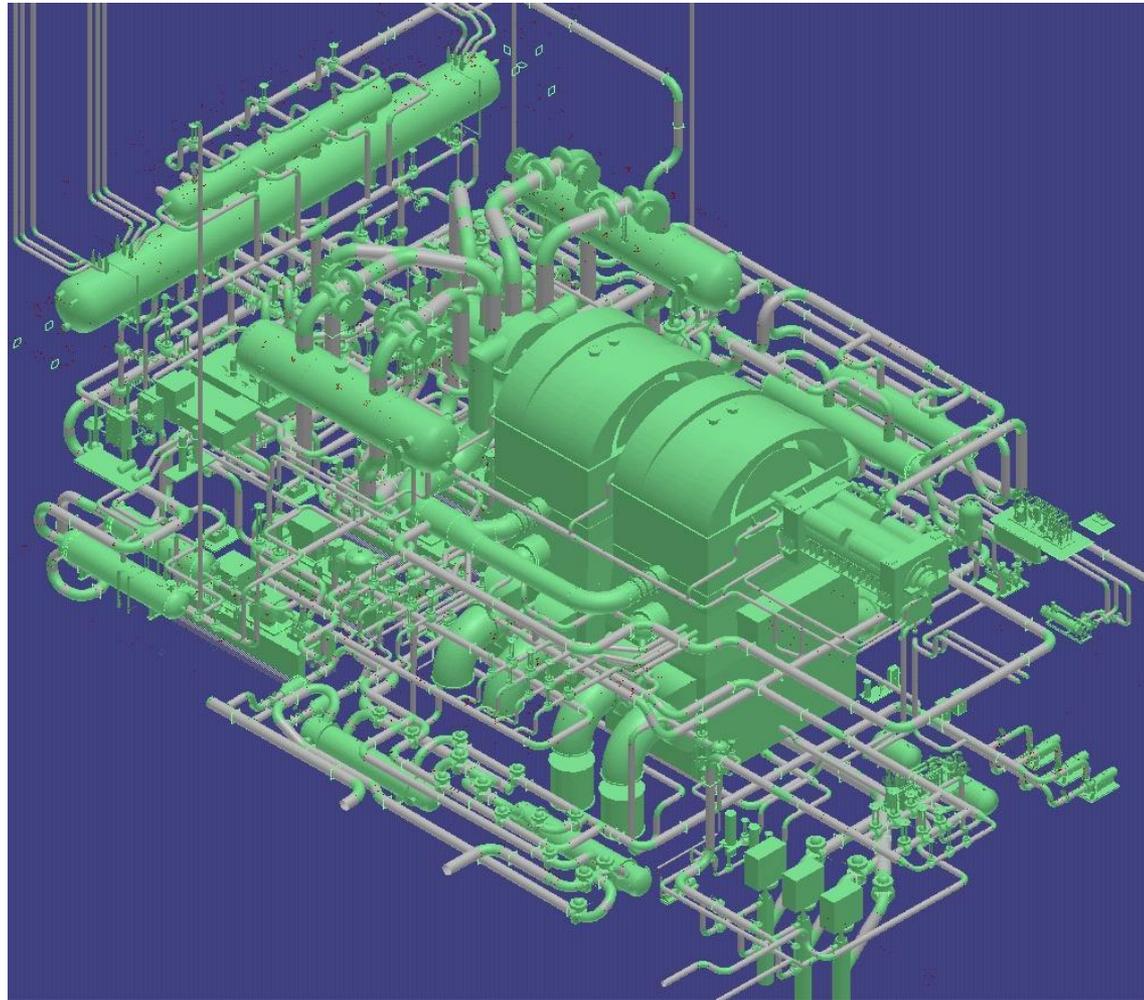
сервисное обслуживание оборудования машинного зала АЭС

# ВВЭР-ТОИ – готовый проект машинного зала с турбоустановкой ARABELLE™



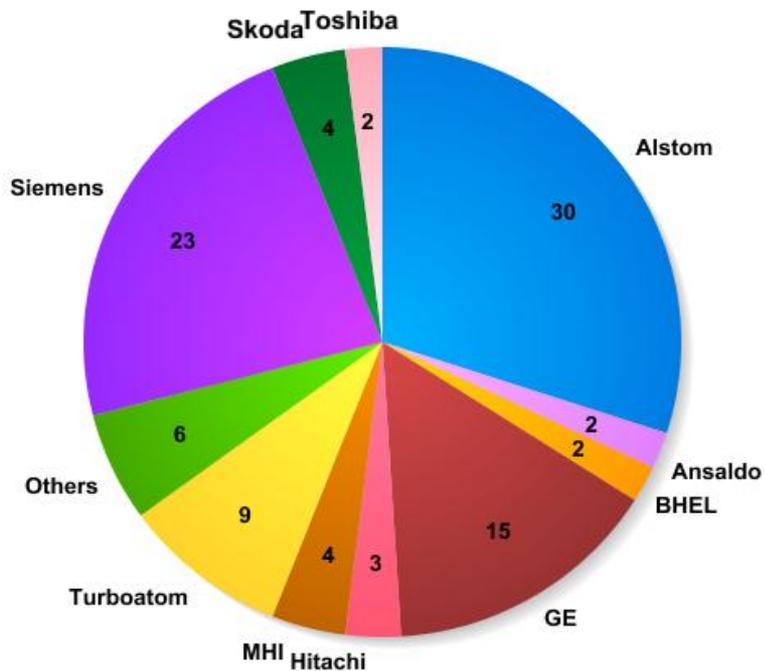
Типовой проект  
оптимизированного и  
информатизированного  
энергблока технологии ВВЭР

Срок реализации: 2011–2012 г.



# Референции технологии ARABELLE™

Структура энергоблоков АЭС по предприятиям-изготовителям



ARABELLE™			
АЭС, Блок	Ном. мощность	Страна	Год ввода в эксплуатацию
Шооз В1	1550 МВт	Франция	1997
Шооз В2	1550 МВт	Франция	1997
Сиво 1	1550 МВт	Франция	1999
Сиво 2	1550 МВт	Франция	2000
Линг Ао 3	1080 МВт	Китай	2010
Линг Ао 4	1080 МВт	Китай	2011
Фламанвиль 3	1750 МВт	Франция	2012
Тайшань 1	1750 МВт	Китай	2013
Тайшань 2	1750 МВт	Китай	2014
ВВЭР-ТОИ	1255 МВт	Россия	Концепция
Балтийская 1	1200 МВт	Россия	2016
Балтийская 2	1200 МВт	Россия	2018

Паровая турбина Arabelle в настоящее время уже работает на шести блоках и находится на различных этапах строительства еще на 18 блоках в четырех странах.

# Превосходные технические характеристики с реактором любого типа

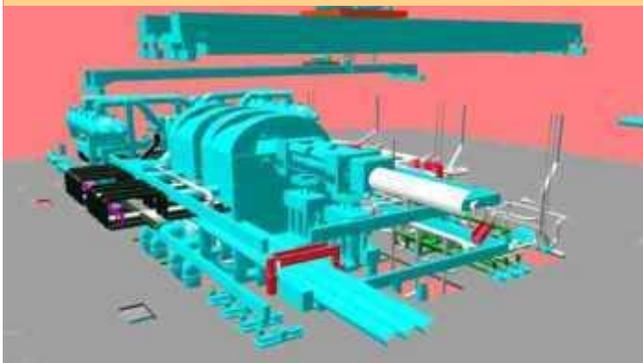
**EPR**



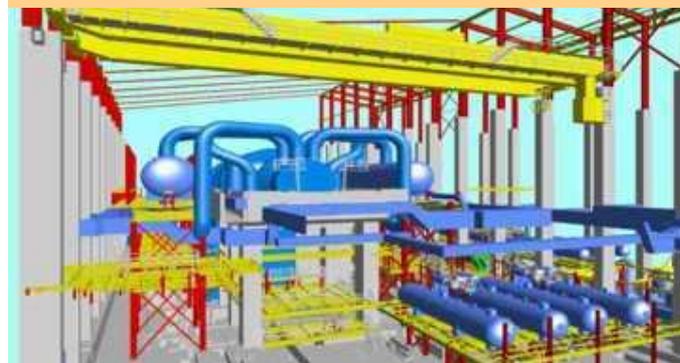
**ESBWR/ABWR**



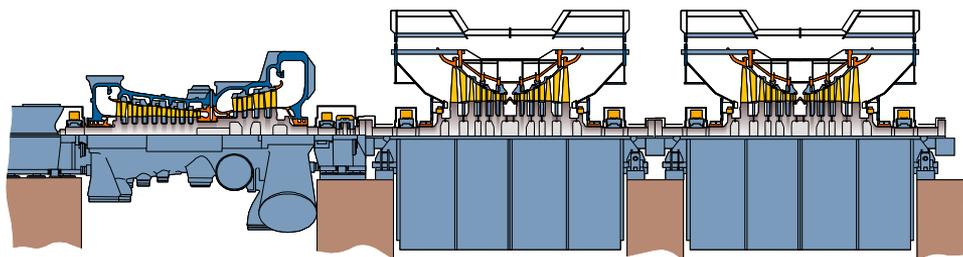
**VVER 1000**



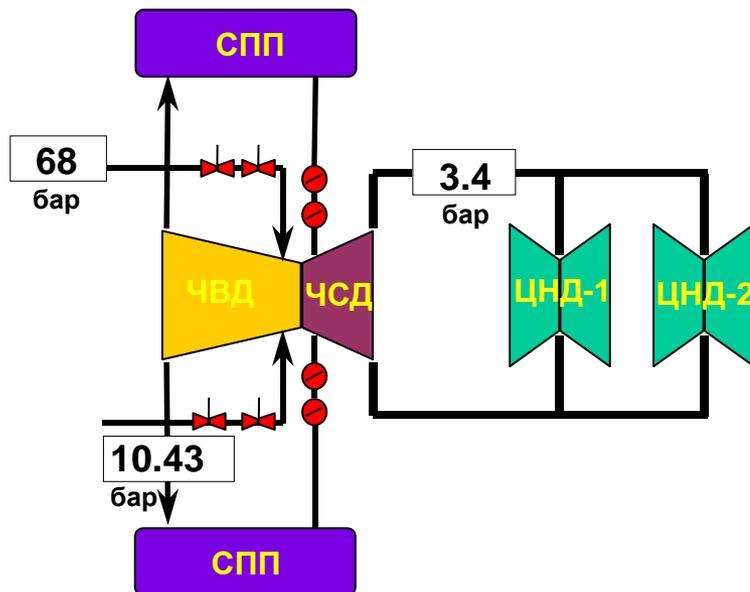
**AP 1000**



# ARABELLE™ - уникальные конструкторские решения



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



Совмещенный ЦВСД



Ротор НД с ЛПС 1750 мм

# ЦНД

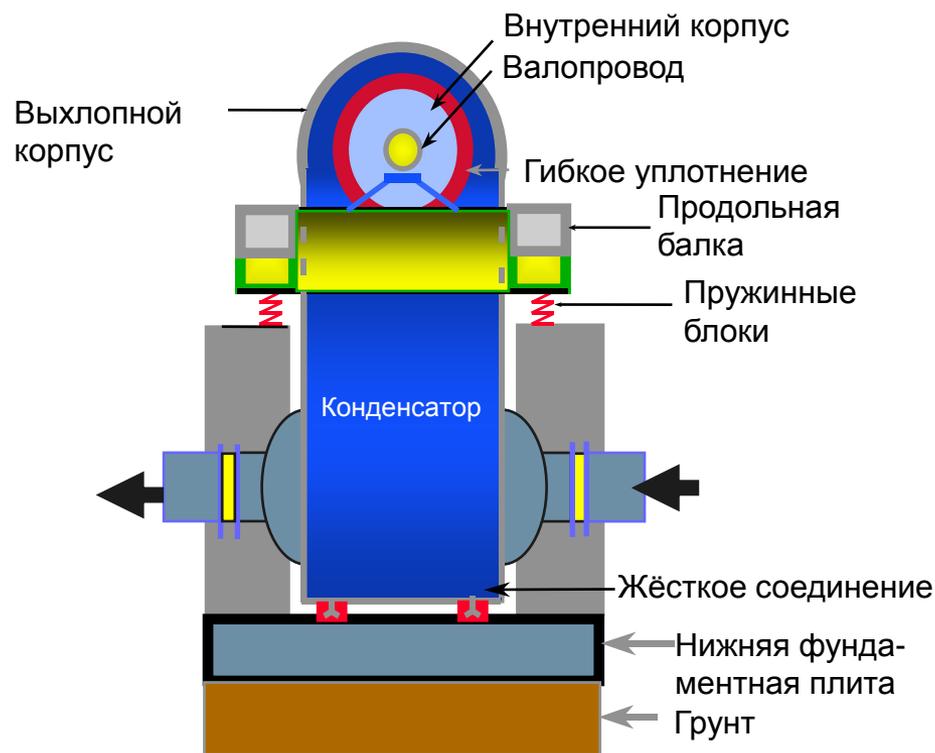
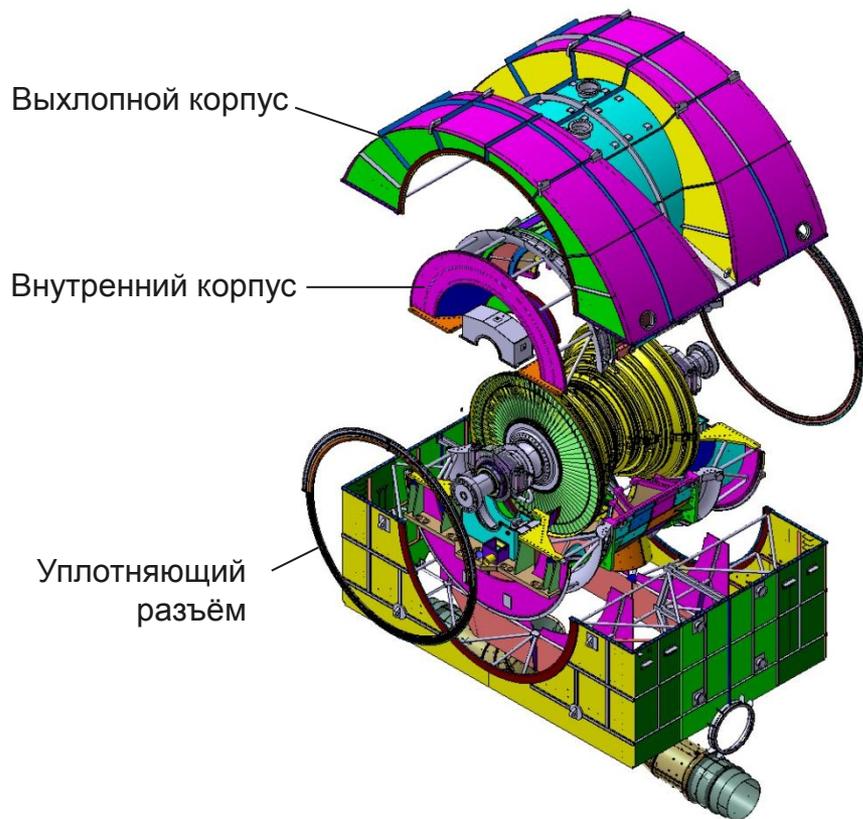
## Широкий диапазон конструкторских решений



ЦНД оптимизированы для любых условий площадки:

- ЛПС 1450 мм – для замкнутых систем охлаждения с градирнями;
- ЛПС 1750 мм – для систем прямого охлаждения.

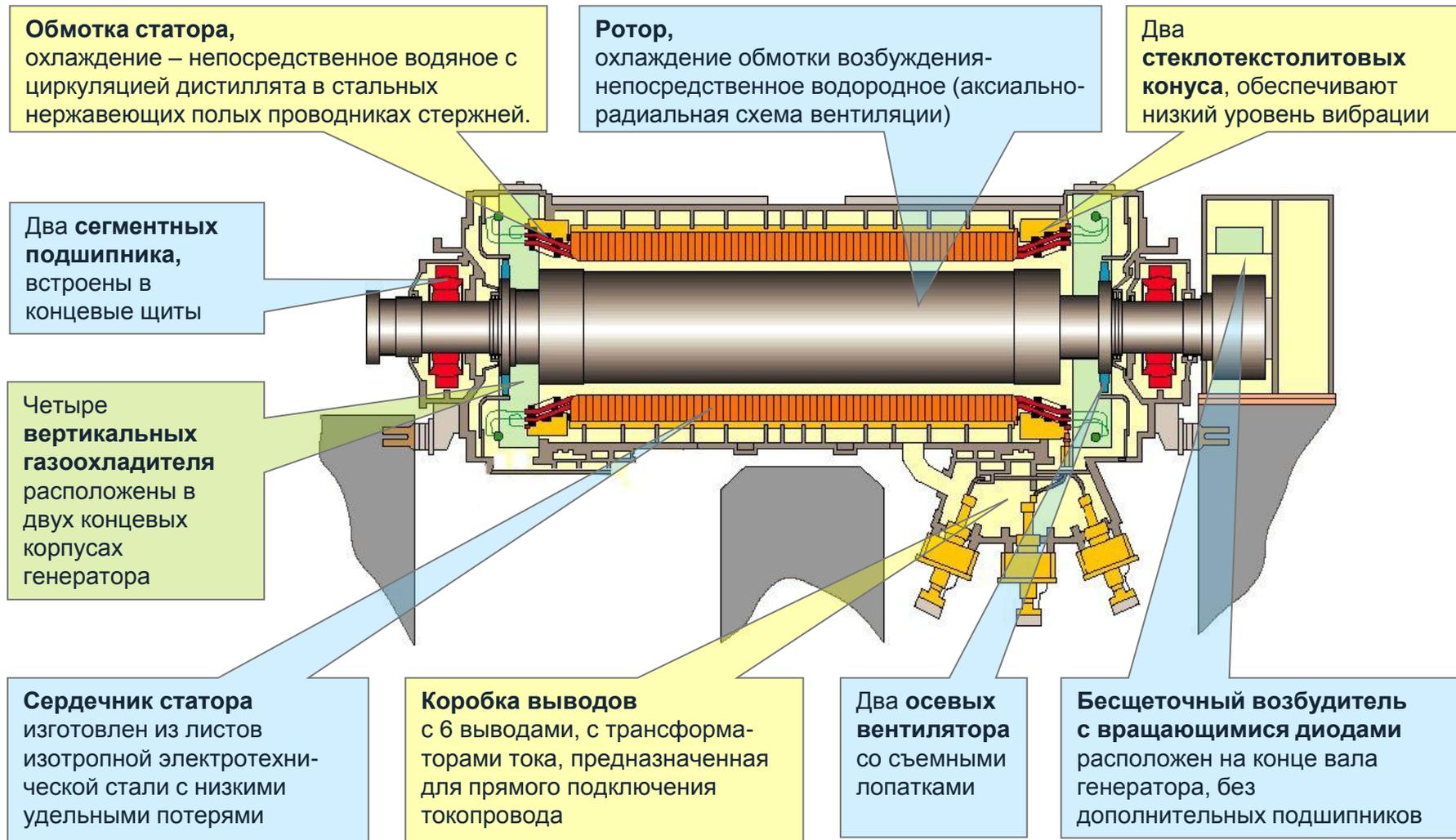
## Особенности конструкции модуля НД



Эти 2 конструкции независимы друг от друга: перемещения выхлопного корпуса не зависят от перемещений внутреннего корпуса (и наоборот)

# ВВЭР-ТОИ

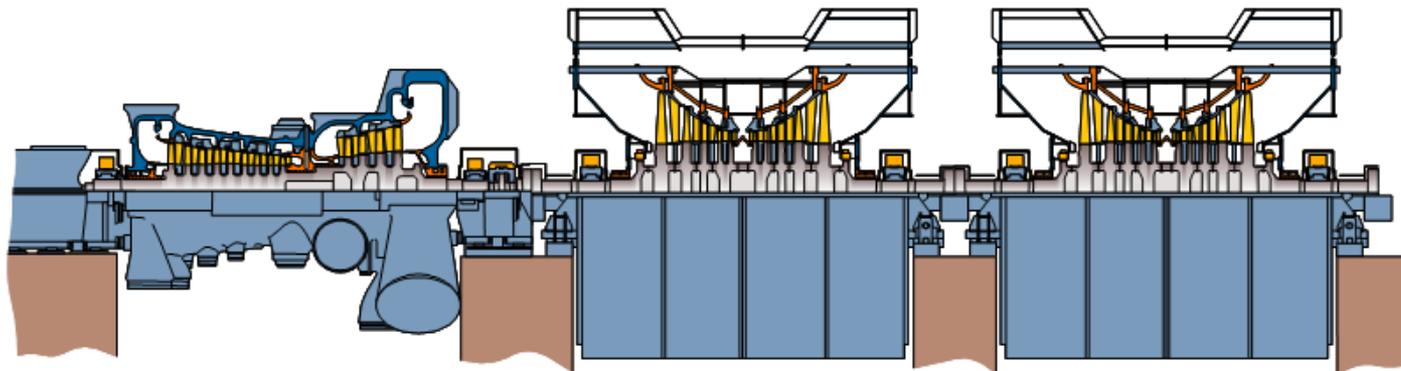
## Четырехполюсный турбогенератор GIGATOR



# ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТИПОВОМУ ПРОЕКТУ ЭНЕРГОБЛОКА ВВЭР-ТОИ

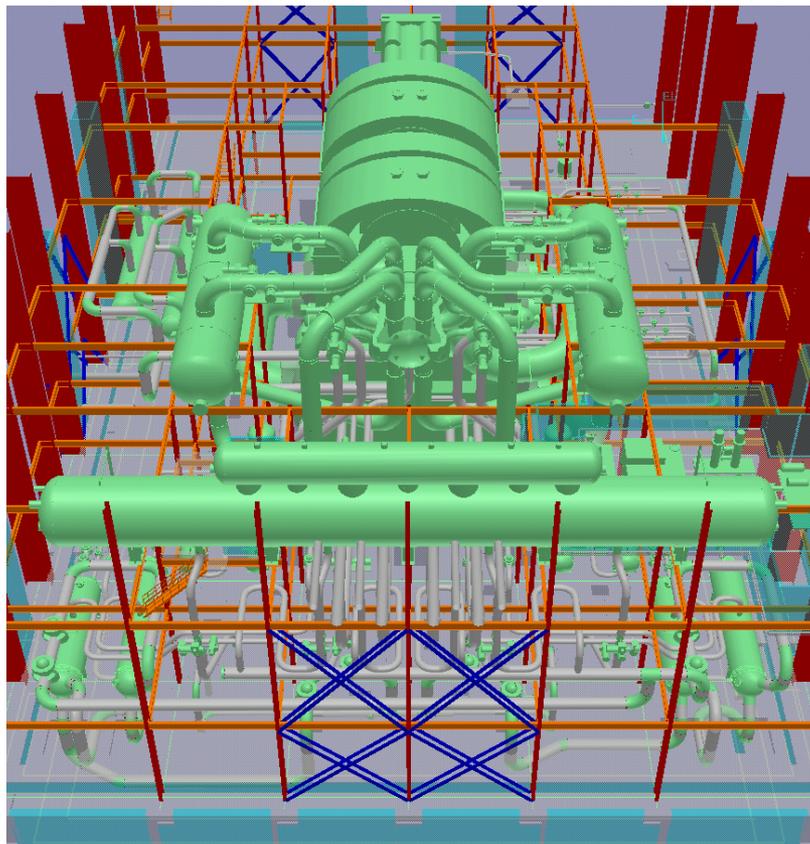
№ п/п	Наименование характеристики	Количественный показатель
1	Срок службы	<b>60 лет</b>
2	Мощность энергоблока, электрическая (брутто, гарантийный режим), МВт	<b>1255</b>
3	КПД брутто энергоблока для среднегодовых условий, %	<b>37,9</b>
4	Коэффициент готовности энергоблока, %	<b>93</b>
5	Возможный диапазон изменения мощности (маневренный режим), %	
6	Максимальное расчетное землетрясение, баллы по шкале MSK-64:	<b>7</b>
7	Время обеспечения автономности работы станции в случае запроектной аварии, ч	<b>72</b>
8	Падение самолета: - проектное событие, т - запроектное событие, т	<b>20</b> <b>400</b>
9	Радиус зоны экстренной эвакуации и длительного отселения населения при тяжелых авариях,	<b>В пределах периметра АЭС</b>
10	Радиус зоны, за пределами которой не требуется введение защитных мер для населения при тяжелых авариях, км	<b>3</b>
11	Срок сооружения АЭС от первого бетона до физического пуска (для серийного блока), месяцы	<b>40</b>

# Основные характеристики турбоустановки ВВЭР-ТОИ



<b>Предельная электрическая мощность:</b>	<b>1256 МВт /1315 МВт</b>
<b>Рекордный КПД:</b>	<b>37,9%</b>
<b>Высокая эксплуатационная готовность:</b>	<b>97,5%</b>
<b>Рекордная надежность:</b>	<b>99,97</b>
<b>Большой диапазон маневрирования мощностью:</b>	<b>в пределах 100–20–100%</b>
<b>Длительный срок службы:</b>	<b>60 лет</b>
<b>Сейсмостойкость:</b>	<b>7 баллов по шкале MSK-64</b>
<b>Классификация по безопасности (ЗН) НЧ АЭС;</b>	
<b>Мощность теплофикационной установки</b>	<b>300 МВт</b>
<b>Опция САТЭ</b>	<b>1315МВт</b>
<b>АСУ ТП и компьютеризованный HMI интерфейс.</b>	

# Общий вид машзала с турбиной ARABELLE™ для АЭС нового поколения



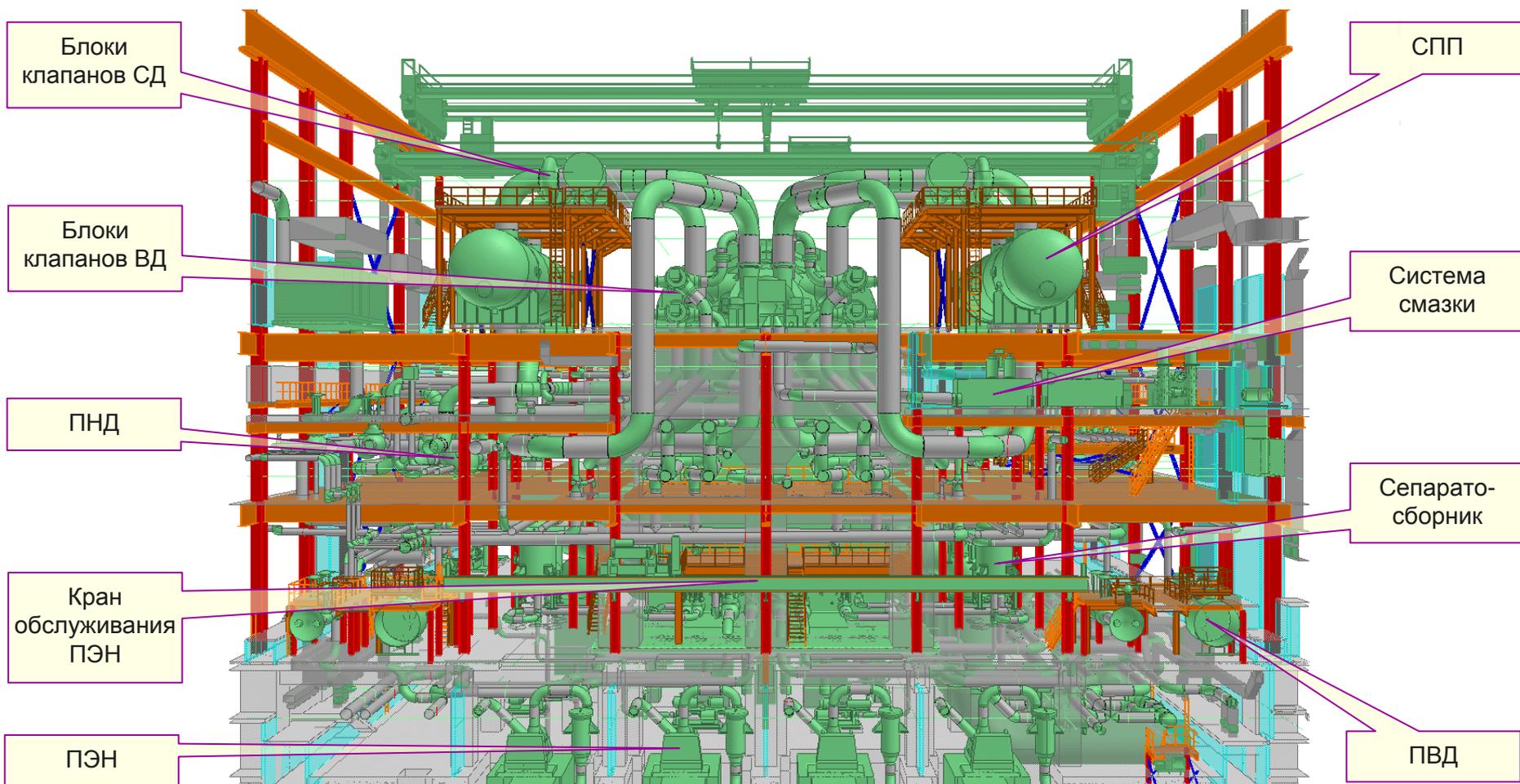
## Основные характеристики:

- Сепаратор-пароперегреватель: 2 x 50%, горизонтальн.
- Дуплексные ПНД-1/2: 2 группы, горизонтальн.
- ПНД-3 и ПНД-4: 1 группа, горизонтальн.
- ПВД-6 и ПВД-7: 2 группы, горизонтальн.
- Размеры машзала: Длина = 91,9 м, Ширина = 57,2 м, Длина здания ~50 м.
- Подогреватели сетевой воды - 3, расположены в машзале.
- Циркуляционные насосы охлаждающей воды: 2 x 50%.
- Конденсатные насосы - 3 x 50%.
- Главные насосы питательной воды - 4 x 33%.
- Вспомогательный насос питательной воды - 1 x 5%

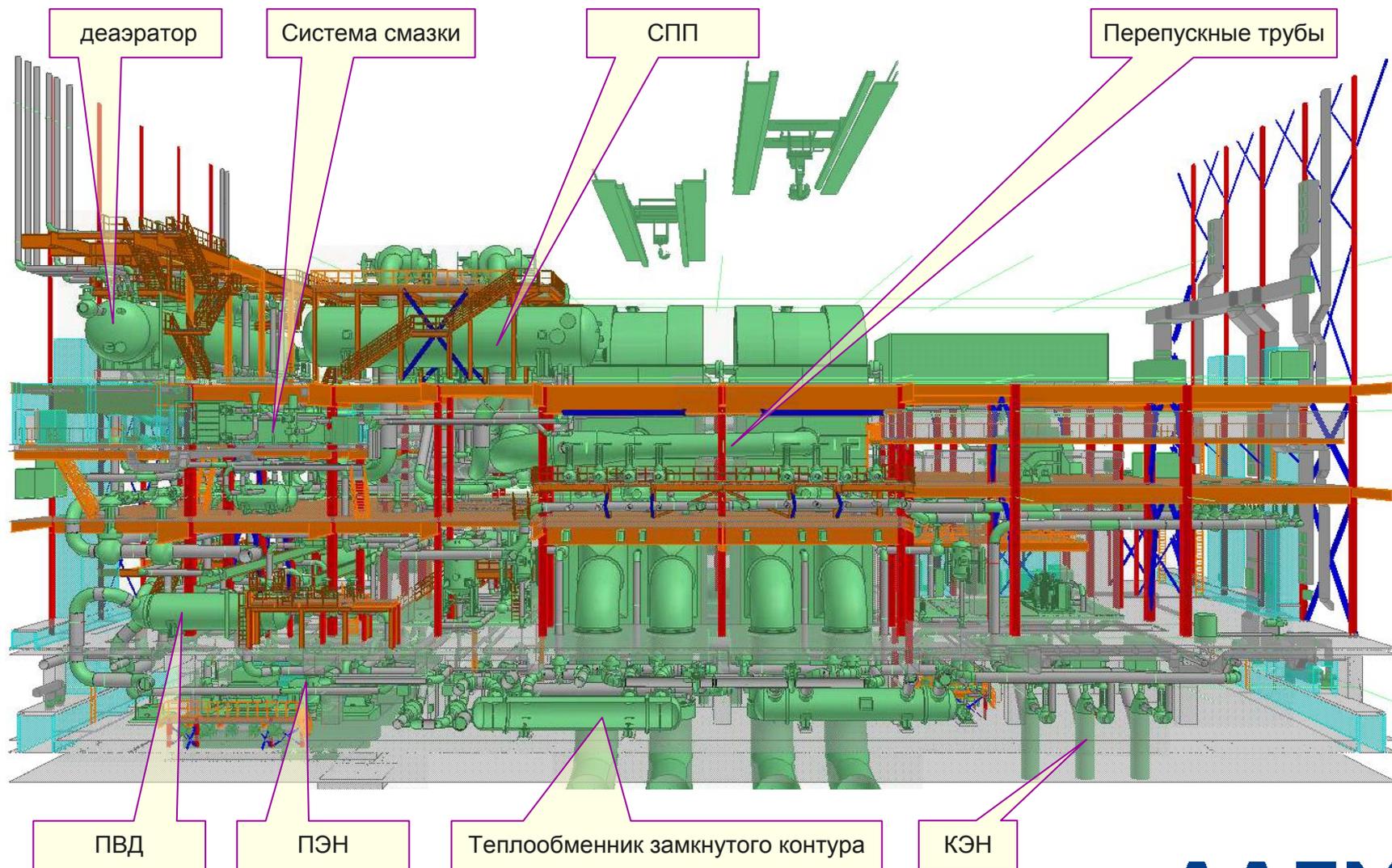
## Показатели по эксплуатации и техническому обслуживанию:

- Коэффициент готовности - 97,5 %
- Показатели надёжности - 99,7 %
- Мощность - 1256 МВт

# Поперечный разрез Вид со стороны деаэратора

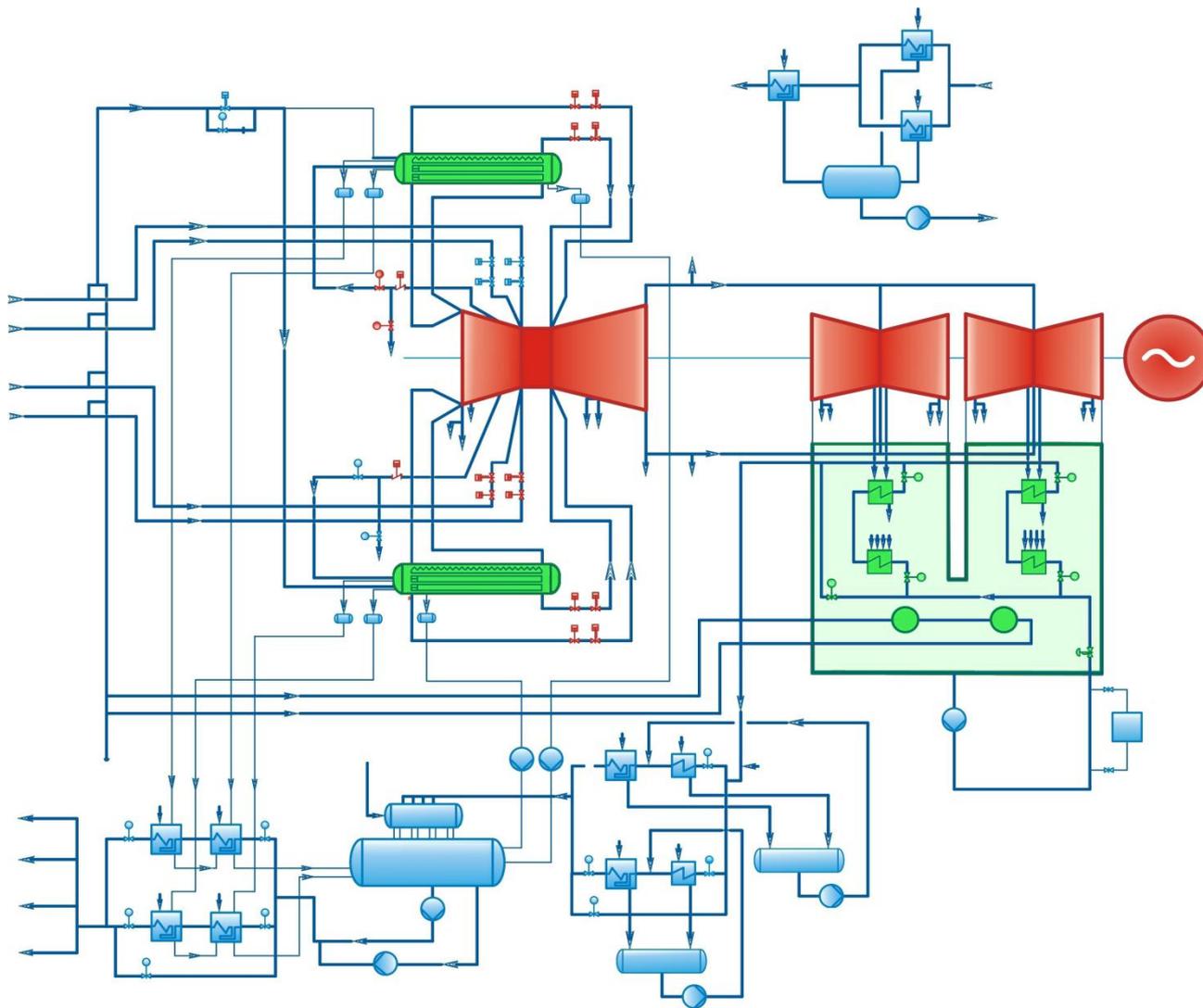


# Продольный разрез Вид со стороны циркуляционных насосов

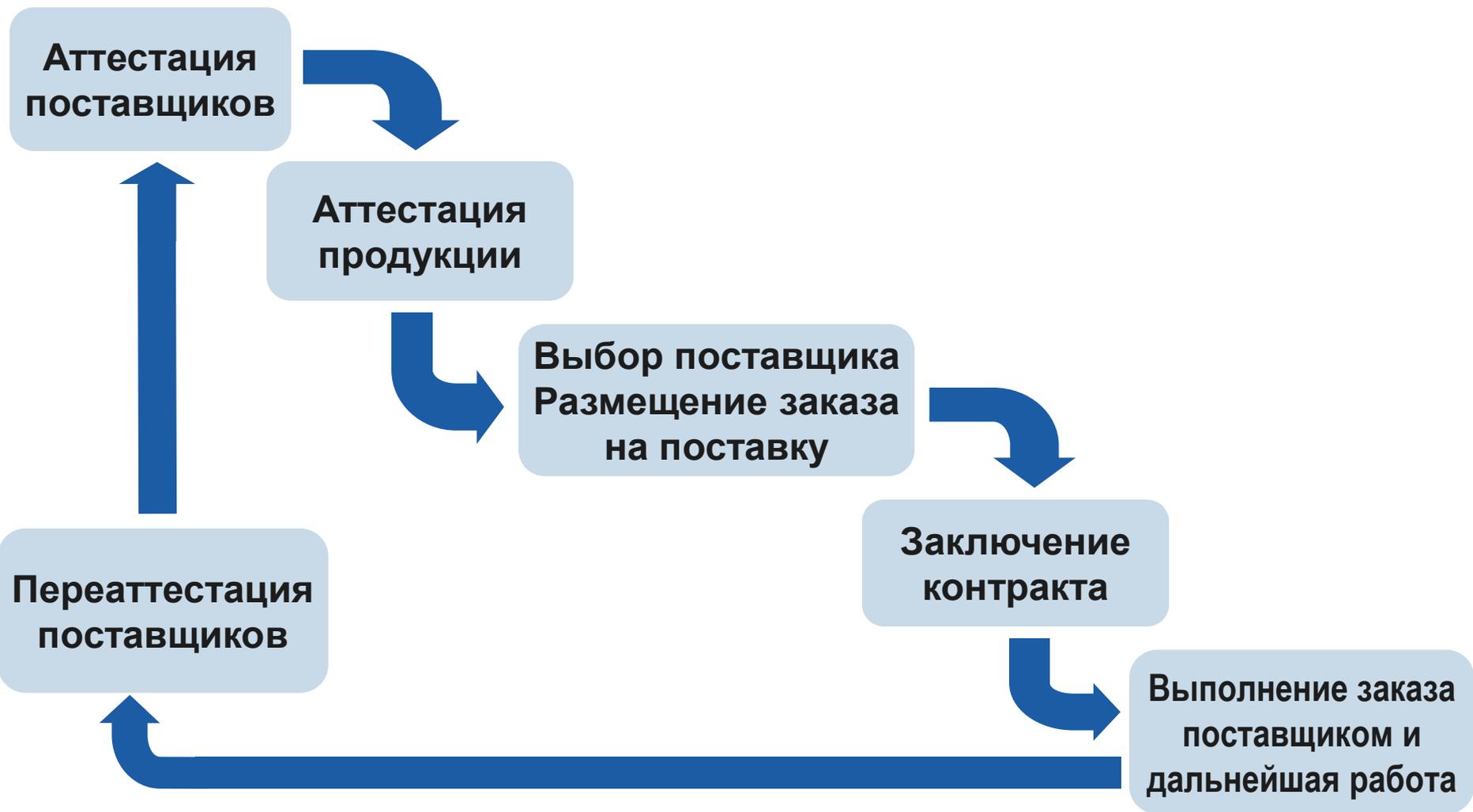




# Локализация вспомогательного оборудования



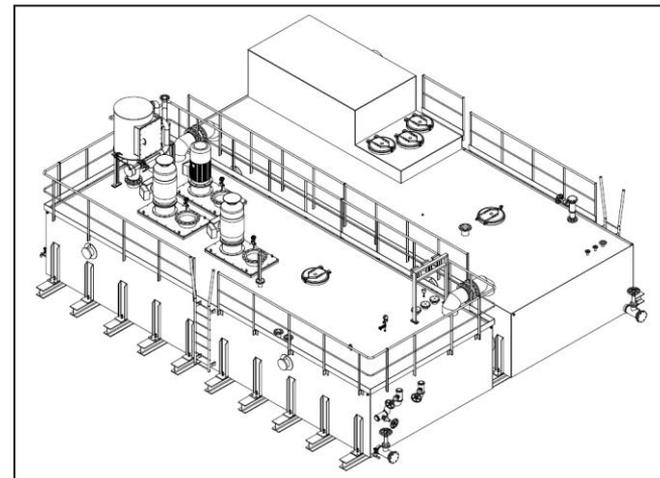
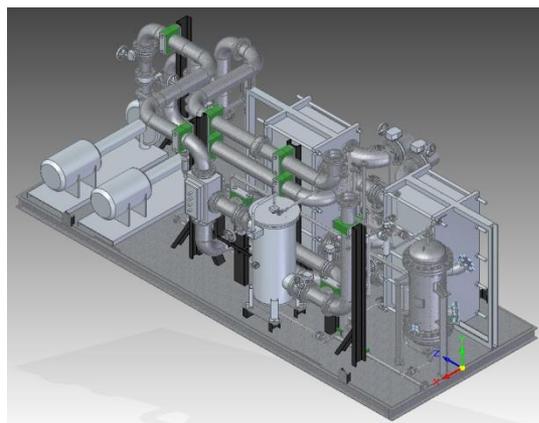
# Стандартный процесс закупки ААЭМ / Alstom



# Инжиниринговые разработки ААЭМ: Вспомогательные системы турбоустановки

## Системы блочного исполнения в объеме локализации

UMA/MA	Здание турбины / Паротурбинная установка
MA	Паротурбинная установка
MAV	Система смазки, гидроподъема и ВПУ турбины
MAX	Система управляющей жидкости турбины
MVA	Система очистки масла турбины
MKA	Генератор
MKF	Система водяного охлаждения обмотки статора генератора
MKG	Система газоснабжения генератора
MKW	Система маслоснабжения уплотнений вала генератора



### Объем работ:

Принципиальные схемные решения  
Детализированные рабочие P&I диаграммы

Комплект документации для рабочего проекта

Разработка комплекта РКД на «блочное»  
исполнение вспомогательных систем:

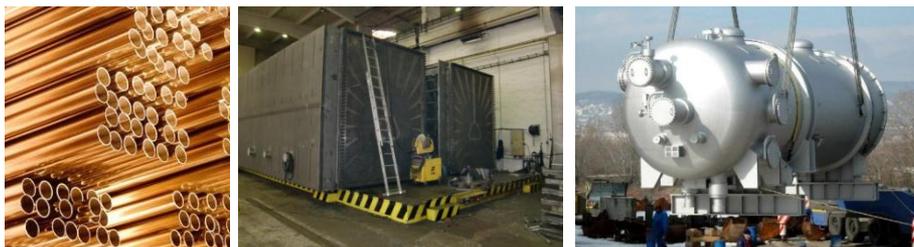
- основное оборудование, трубопроводы, арматура, КИПиА в сборе
- трассировка трубопроводов
- трассировки силовых кабелей и кабелей КИПиА

# Выводы



## Проект машинного зала ВВЭР-ТОИ –

- высочайшая надежность
- повышенная экономичность
- рекордный референтный коэффициент готовности
- полное соответствие требованиям заказчиков как в России, так и за рубежом
- пилотный проект для внедрения передовых технологий на российских заводах - поставщиках вспомогательного оборудования





**Спасибо за внимание!**