



**РОС
ЭНЕРГО
АТОМ**
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ДИВИЗИОН РОСАТОМА



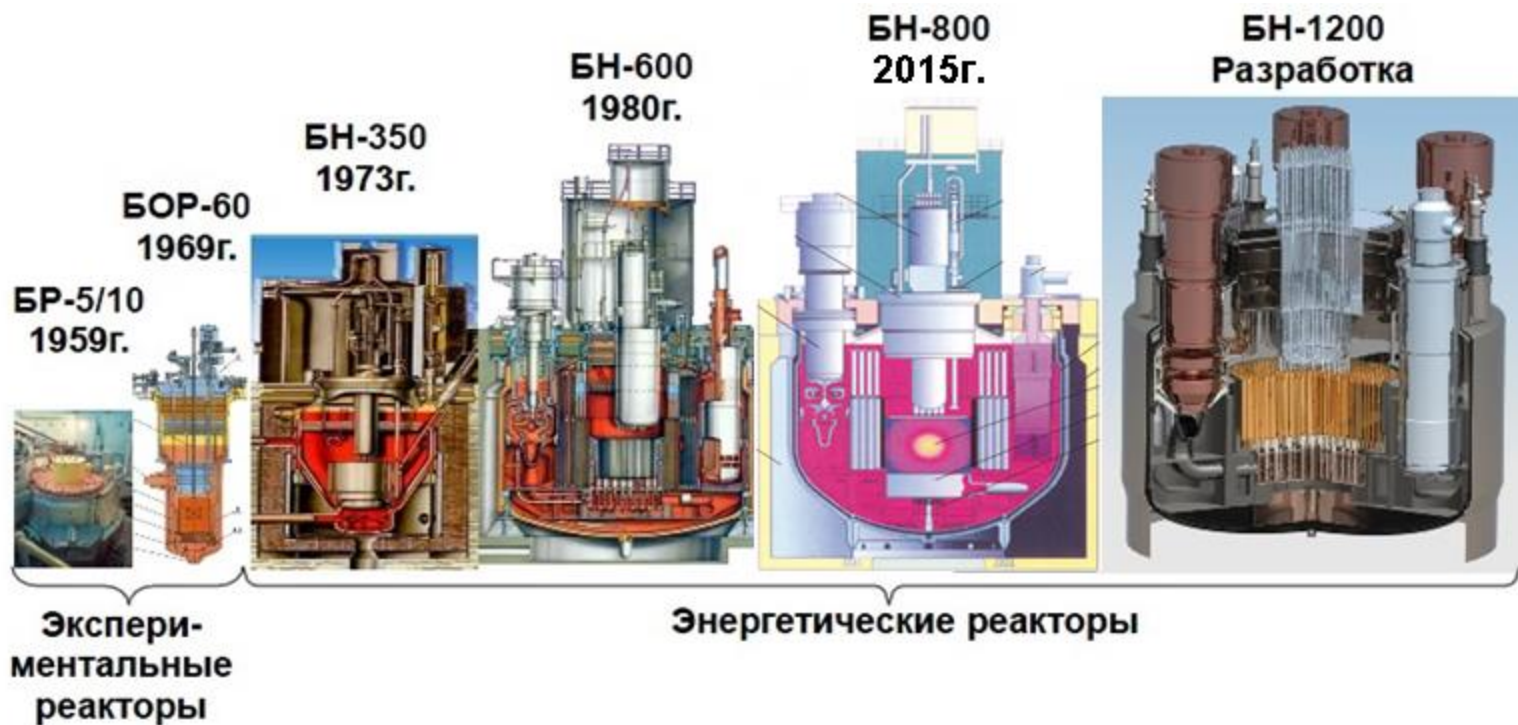
РОСЭНЕРГОАТОМ
**БЕЛОЯРСКАЯ
АЭС**

Головной блок нового поколения БН-800. Особенности ввода в эксплуатацию

Докладчик: **директор**
Сидоров Иван Иванович
2016г.



Освоение технологии быстрых реакторов



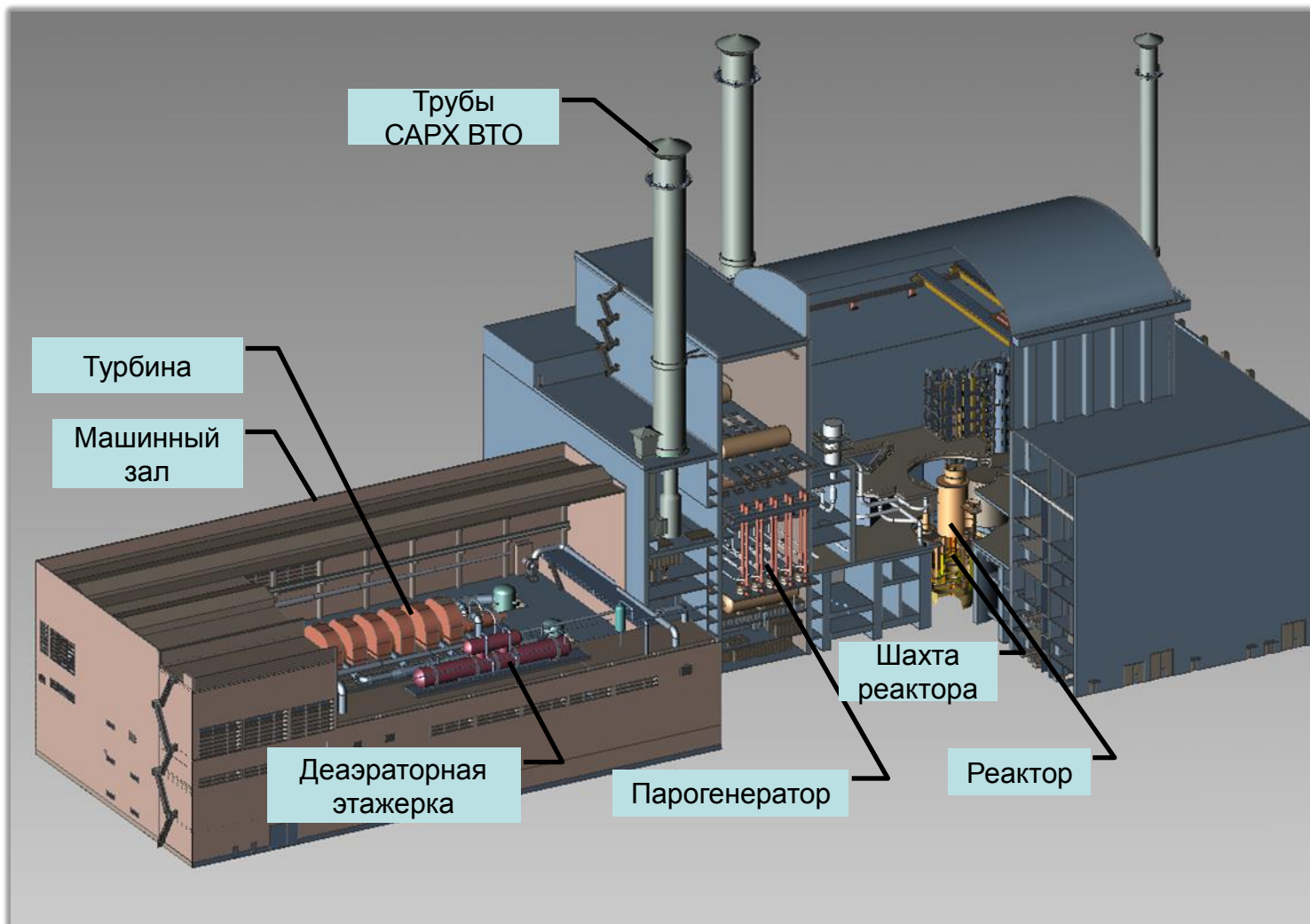
Основные технические характеристики энергоблока

1	Мощность, МВт	
	тепловая	2100
	электрическая	880
2	Топливо	Урановое, уран-плутониевое оксидное топливо
3	Температура теплоносителя, °С	
	на входе в активную зону	354
	на входе в пром. теплообменники по 1 контуру	547
	на выходе из пром. теплообменников по 2 контуру	505
4	Температура острого пара, °С	490
5	Давление острого пара, МПа	13,7
6	Диаметр корпуса реактора внутренний, м	12,9
7	Высота корпуса, м	15
8	Удельная металлоемкость РУ, т/МВт (э)	9,7

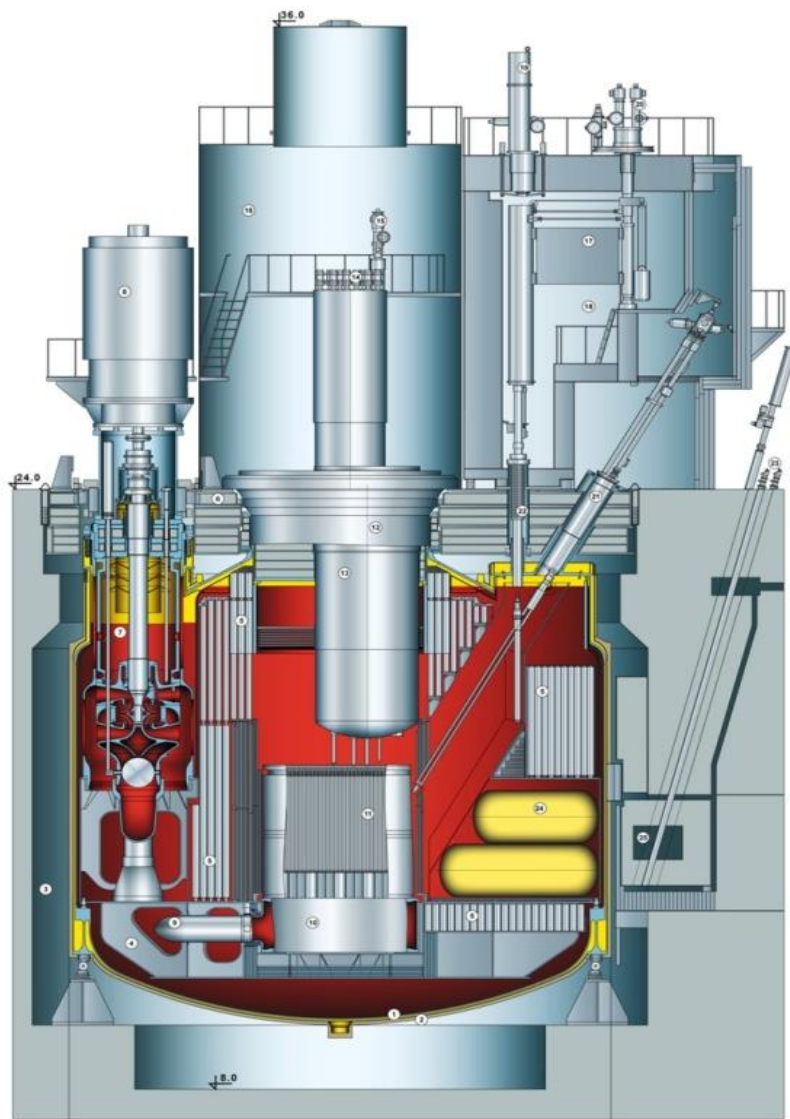
Технико-экономические показатели энергоблока

1	Годовой отпуск э/энергии, млн.КВт.час.	5 522
2	Годовой отпуск тепловой энергии, тыс.Гкал.	595
3	Число часов использования установленной мощности в год, час/год	7 000 (КИУМ – 85%)
4	КПД энергоблока НЕТТО, %	39,40
5	Срок службы, лет	40

БН-800. Макет блока



БН-800. Проектные решения



интегральная компоновка,
трехконтурная схема с
направленностью давления от
третьего контура к первому

компактная активная зона,
отрицательные коэф. реактивности,
малый начальный запас реактивности

низкое давление в корпусе реактора
(близкое к атмосферному)

высокая теплоемкость натрия,
отсутствие фазовых переходов

большой запас до кипения натрия
(более 300 °C)

развитая естественная циркуляция

БН-800. Решения по повышению безопасности



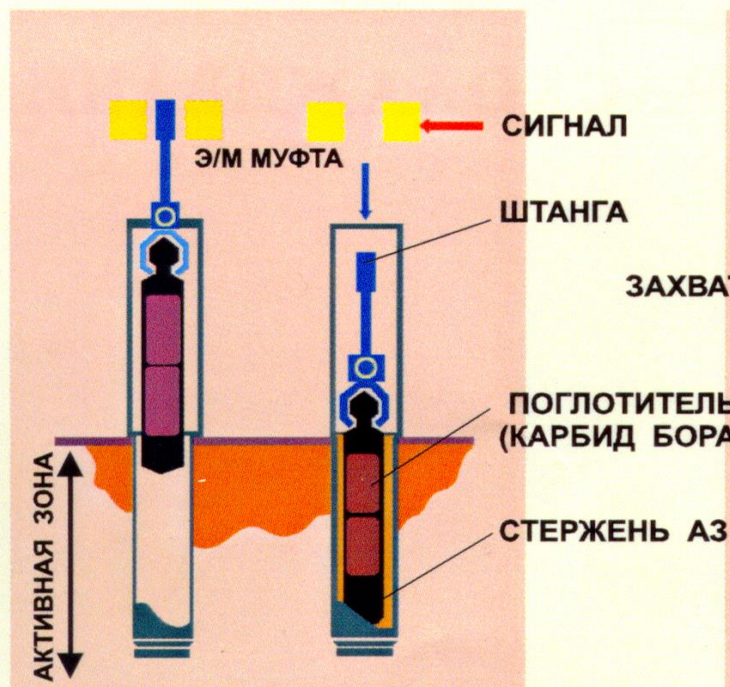
- ✓ Предусмотрена воздушная система аварийного отвода тепла от реактора на пассивных принципах действия (естественной циркуляции). Организованы 2 независимые системы отвода тепла от реактора на различных принципах действия по три канала в системе (ПГ и САРХ ВТО).
- ✓ Система аварийной защиты реактора дополнена элементами, работающими на пассивных принципах (3 независимых системы останова реактора на различных принципах действия).
- ✓ Ловушка расплавленного топлива в случаях запроектных аварий, связанных с плавлением топлива

Принятые конструкторские и проектные решения исключают необходимость эвакуации населения при запроектных авариях .

БН-800. Использование систем останова, основанных на пассивных принципах

В активной зоне РУ БН-800 совместно со стержнями РС, КС, АЗ предусмотрены 3 стержня ПАЗ

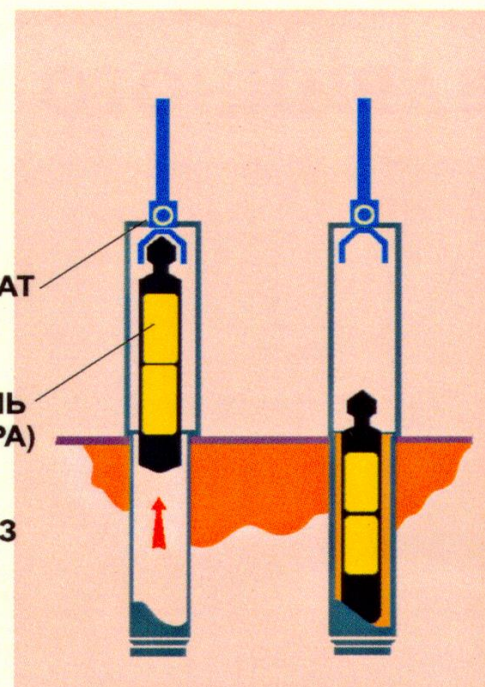
ПРИВОД — Э/МЕХАНИЧЕСКИЙ
СРАБАТЫВАЕТ ПО СИГНАЛУ АЗ



НОРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ АВАРИЙНЫЙ РЕЖИМ

АКТИВНЫЙ СТЕРЖЕНЬ

УДЕРЖИВАЕТСЯ ПОТОКОМ Na
СРАБАТЫВАЕТ ПРИ ОСТАНОВКЕ
НАСОСОВ

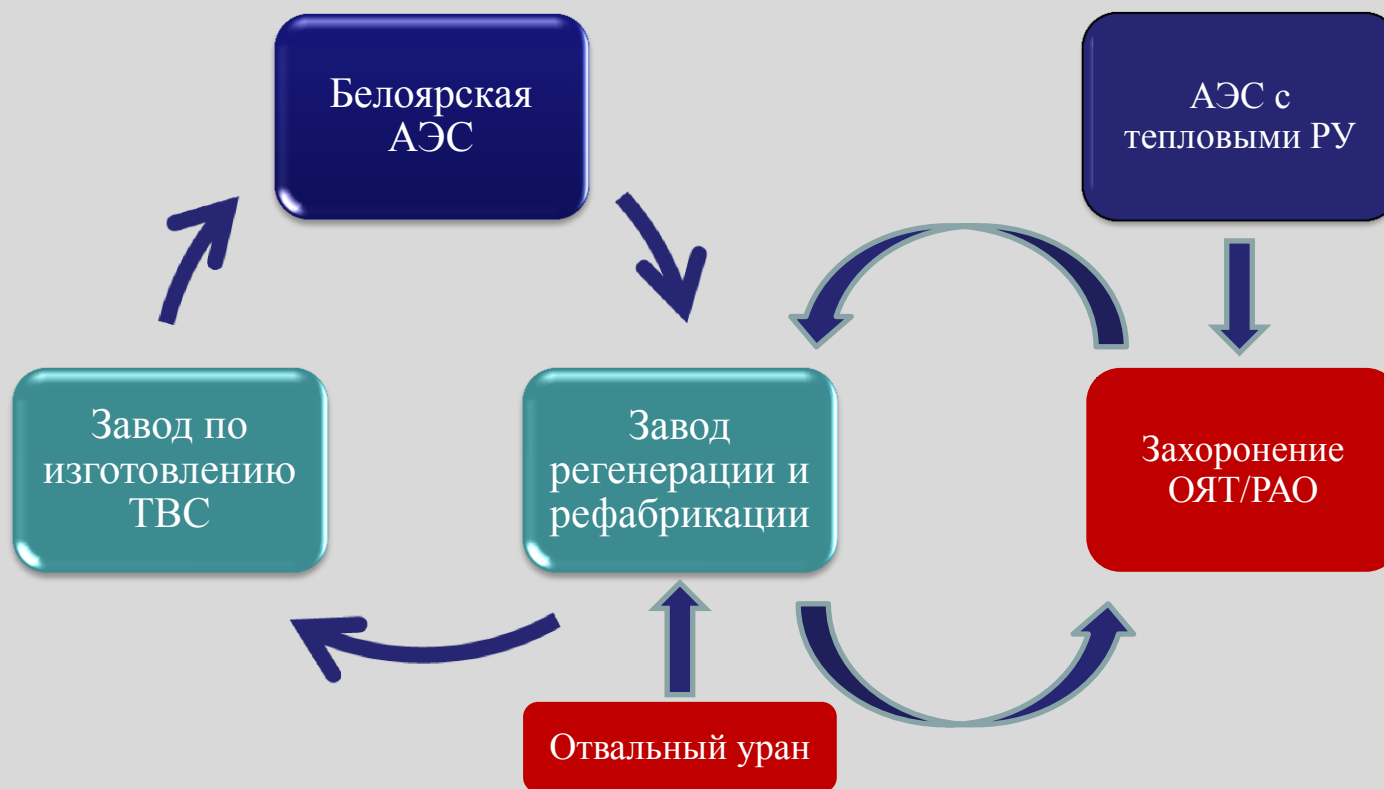


НАСОСЫ РАБОТАЮТ НАСОСЫ ОТКЛЮЧЕНЫ

ПАССИВНЫЙ СТЕРЖЕНЬ

Задачи, решаемые с применением БН-800

Реализация ЗЯТЦ в опытно – демонстрационном масштабе

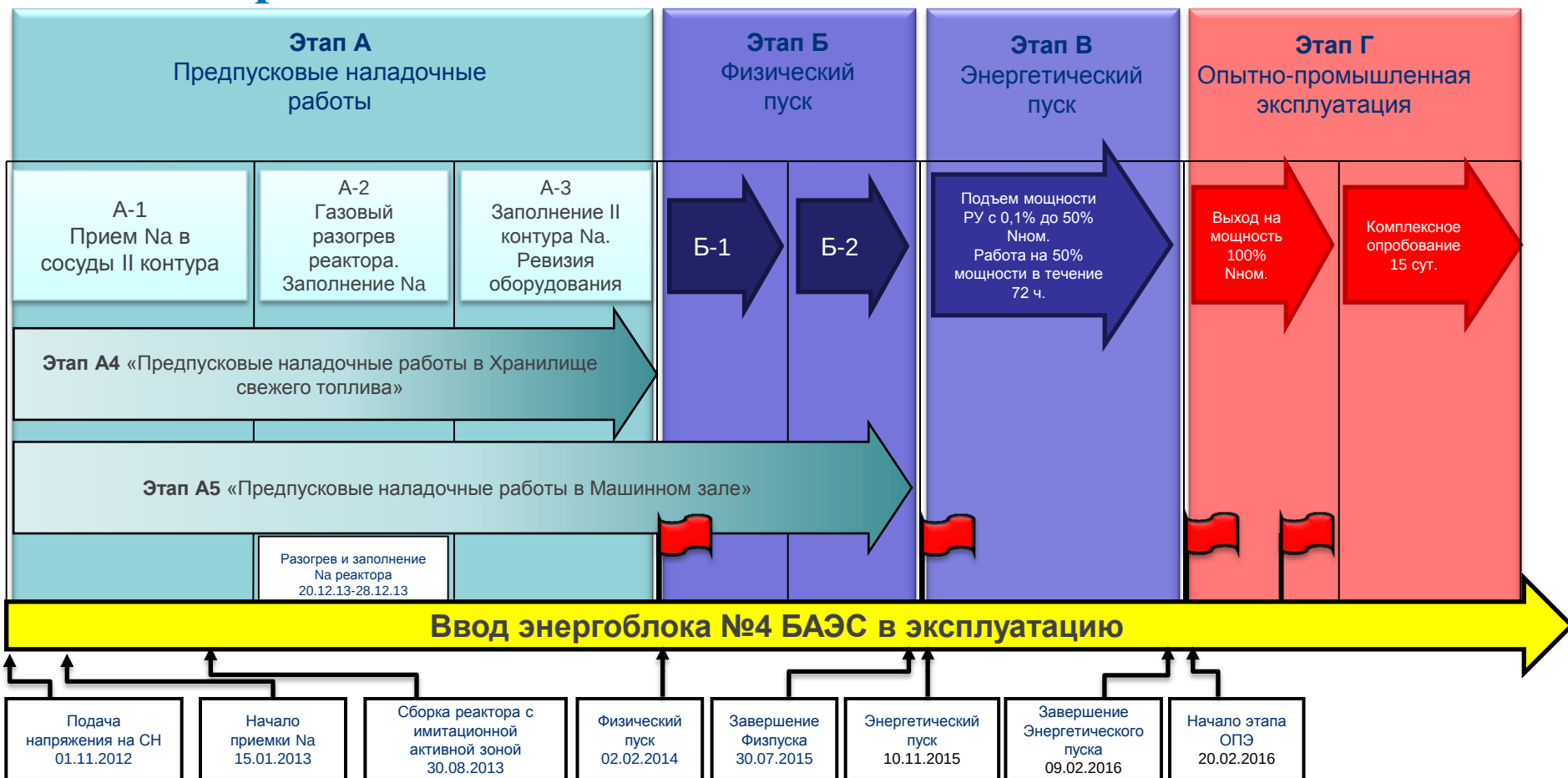


В том числе исследования в обоснование возможности снижения активности ВАО в долгосрочной перспективе

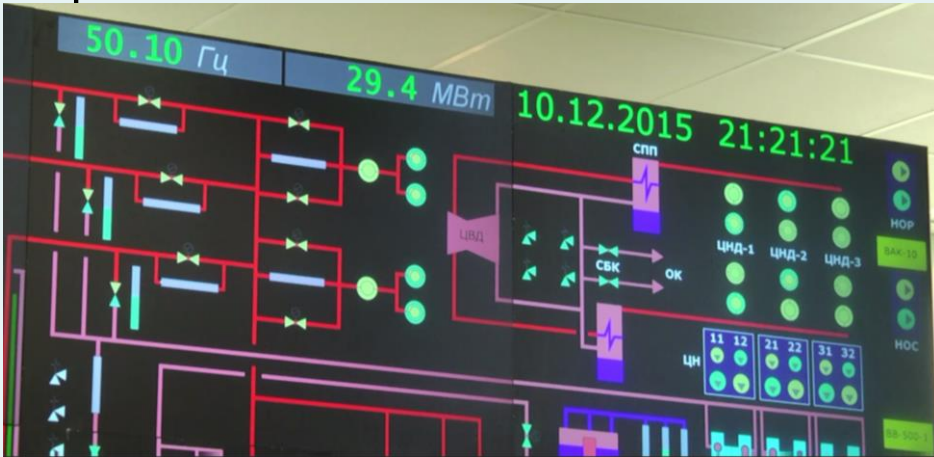
Особенности ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Белоярской АЭС



Последовательность ввода в эксплуатацию энергоблока № 4 Белоярской АЭС



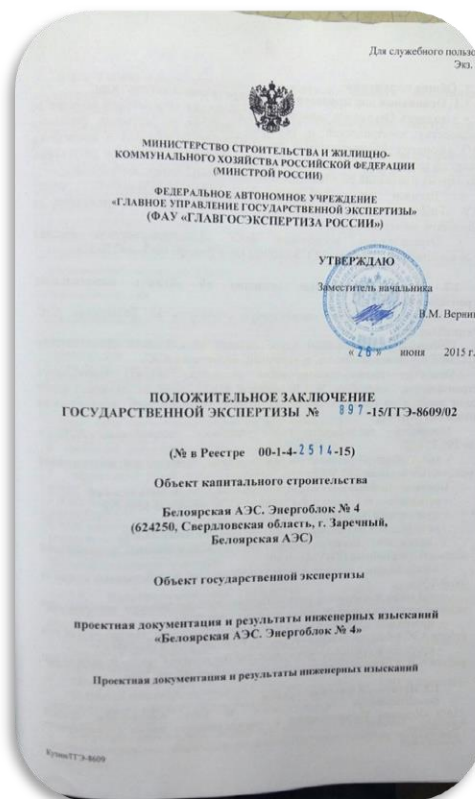
Ключевые события 2015-2016

№	Ключевое событие	Дата
1	Завершение этапа «Физический пуск»	30.07.2015
2	Начало этапа «Энергетический пуск»	10.11.2015
3	Первое включение ТГ в сеть 	10.12.2015
4	Начало этапа «Опытно – промышленная эксплуатация»	20.02.2016

Состояние ввода в эксплуатацию энергоблока № 4 на 31.03.2016

№	Показатель	Характеристика
1	Этап ввода в эксплуатацию	ОПЭ
2	Строительная/монтажная готовность, %	95
3	Мощность РУ освоенная, % Nном	85
4	Мощность РУ текущая, % Nном	85
5	Мощность электрическая текущая, МВт	735
6	Энерговыработка, млн. кВт*ч	476,821

Технический проект энергоблока



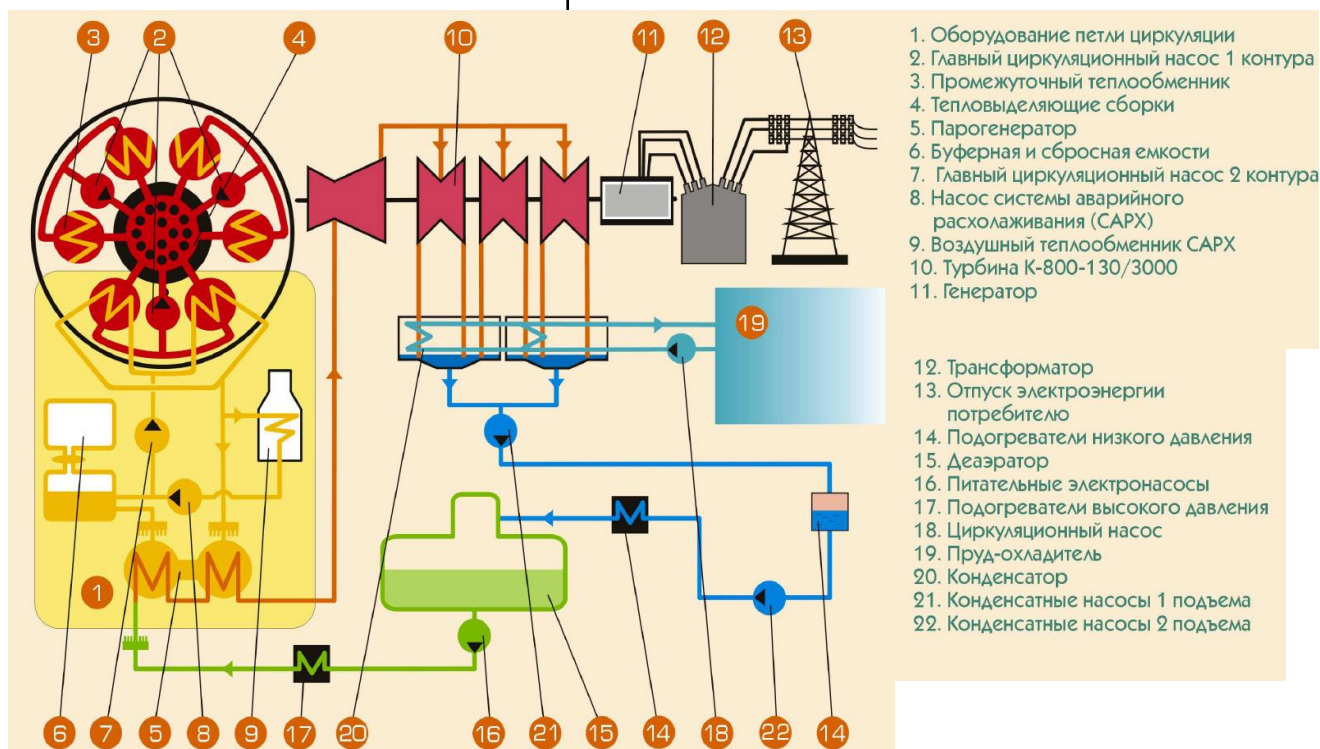
В связи с длительным сроком строительства объекта за период 1994-2011г. произошло изменение требований к сооружаемым АЭС, направленным на повышение безопасности и эксплуатационной надежности; значительно изменилась номенклатура выпускаемого оборудования, изменилась нормативная база проектирования. В связи с этим в 2011г. Государственной корпорацией «Росатом» было принято Решение № БЕЛАЭС-2-81Р(4,6)2011 о корректировке проекта.

В 2012-2014 гг. Генеральным проектировщиком АО «Атомпроект» был откорректирован технический проект БН-800.

Откорректированный технический проект БН-800 прошел проверку в ФАУ «Главгосэкспертиза» и получил положительное заключение Государственной экспертизы №897-15/ГГЭ-8909/02 от 26.06.2015г.

Трехконтурная схема теплоотвода

По сравнению с проектом ВВЭР в РУ БН предусмотрен промежуточный натриевый контур, что приводит к увеличению металлоемкости, монтажных и наладочных работ.



Наличие промежуточного натриевого контура и САРХ позволяют проводить физический пуск в отсутствие готовности систем третьего (пароводяного) контура

Натриевый теплоноситель Комплекс приемки натрия

1. Ввиду длительности периода накопления натрия для заполнения реактора приемка натрия начинается задолго до окончания монтажных работ на основном оборудовании блока, т.е. происходит совмещение начавшейся эксплуатации части оборудования блока и продолжения строительно-монтажных работ на остальном оборудовании блока.

Появляется необходимость выделения пускового комплекса, что влечет за собой первоочередной выпуск необходимой рабочей документации, соответствующей пуско-наладочной документации, принятие организационно-технических мероприятий для совмещения эксплуатационных и строительно-монтажных работ, приоритетное материально-техническое обеспечение, подготовку эксплуатационного персонала и т.д.

При проектировании комплекса приемки натрия предусмотрено:

- возможность управления оборудованием с местных щитов;
- автономные системы вентиляции;
- автономные системы аварийной вытяжной вентиляции.

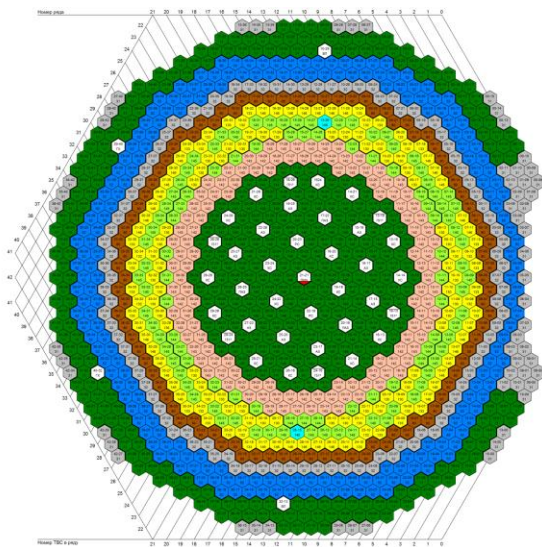
Натриевый теплоноситель Дополнительные технологические системы

2. При наличии натриевого теплоносителя с учетом его особенностей необходимы дополнительные технологические системы:

- ✓ системы очистки натрия, отмывки от натрия, системы электрообогрева, газовые системы (аргон).
- ✓ система газового разогрева. Используется для разогрева корпуса реактора перед заполнением натрием. Наличие временных трубопроводов большого диаметра приводит к увеличению сроков готовности отдельных технологических систем из-за невозможности проведения монтажа.
- ✓ система электрообогрева. Большой объем обогреваемого оборудования и трубопроводов предполагает резкое увеличение объема монтажа кабельно-проводниковой продукции.

Увеличивается количество систем вентиляции, что связано с обеспечением нормального температурного режима в натриевых помещениях, а также с требованиями противопожарного режима. Кроме того, часть систем вентиляции участвуют в Комплексе приемки натрия, в то время как под них еще не готова строительная часть (верхние отметки ГК). Таким образом, возникает необходимость дробления крупных систем вентиляции на части, что влечет за собой увеличение объемов и длительности пуско-наладочных работ.

Система перегрузки активной зоны



1. Сложности проведения пуско-наладочных работ на системе перегрузки активной зоны обусловлена технологией проведения перегрузки: под слоем натрия, что делает невозможным осуществление визуального контроля работы механизмов перегрузки.

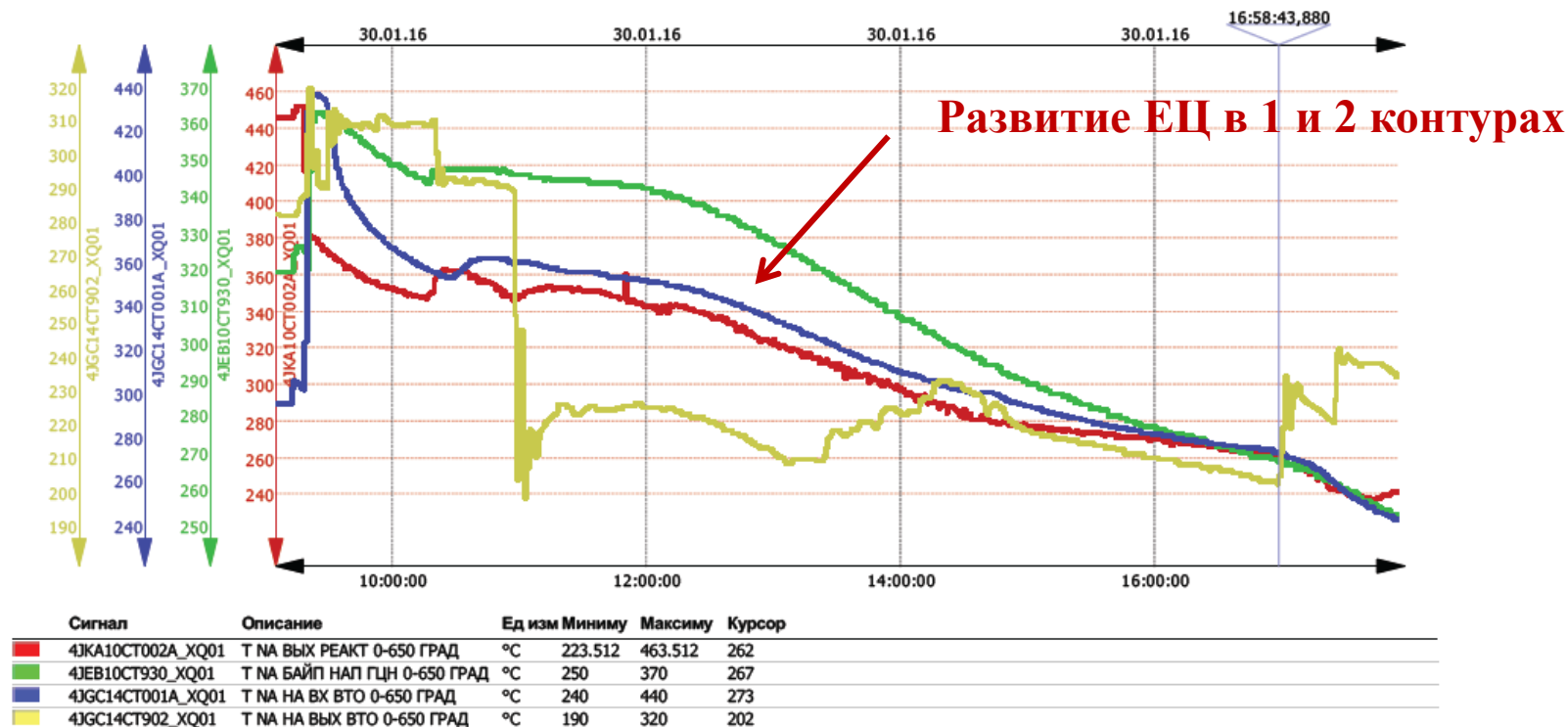
Для наладки системы перегрузки требуются предварительная комплексная наладка на стенде, в баке реактора до заполнения натрием на имитационной активной зоне и высококвалифицированные специалисты.

Количество ячеек активной зоны составляет 1233 шт. (2 из них без установленной сборки, предназначены для перегрузки гильз). Количество сборок (ТВС, РО СУЗ, гильз СУЗ) составляет 1261 шт.

2. Ввиду необходимости стыковки работы внутриреакторных и вне реакторных механизмов перегрузки неизбежно совмещение «чистых» работ в реакторе со строительными и монтажными работами в центральном зале.

Технологические особенности. Естественная циркуляция

При проведении испытаний на этапе «Энергетический пуск» подтверждена развитая естественная циркуляция в первом и втором контурах



09:18 – АЗ с САРХ

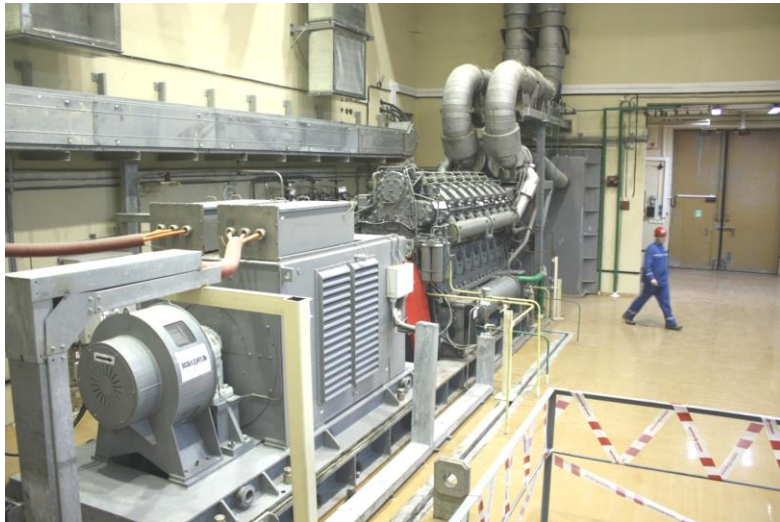
10:15 – отключение ГЦН первого контура

11:00 – отключение ЭМН САРХ

17:00 – включение ЭМН САРХ



2015 год. Центральный зал. Реактор



2015 год. ДГУ

2015 год. Машинный зал



Благодарю за внимание



624250, г.Заречный, Свердловская обл.,
тел.: (34377) 38045, факс: (34377) 36342,
email: info@belnpp.ru