



**РОС  
ЭНЕРГО  
АТОМ**  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ДИВИЗИОН РОСАТОМА



РОСЭНЕРГОАТОМ  
**БЕЛОЯРСКАЯ  
АЭС**

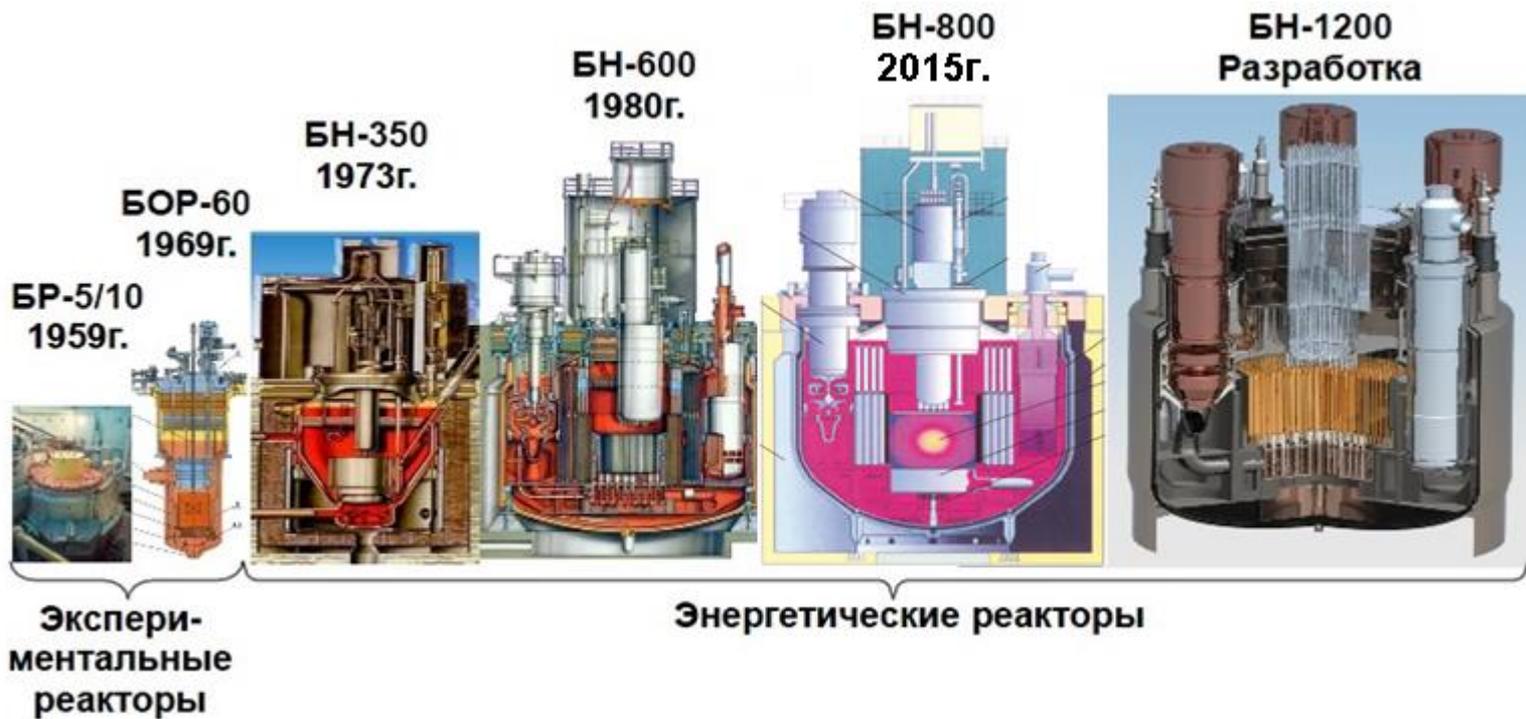
# **Головной блок нового поколения БН-800. Особенности ввода в эксплуатацию**

*Ю.В.Носов*

*Главный инженер филиала АО «Концерн Росэнергоатом»  
«Белоярская АЭС»*

[www.rosenergoatom.ru](http://www.rosenergoatom.ru)

# Освоение технологии БН в России



# Основные технические характеристики энергоблока

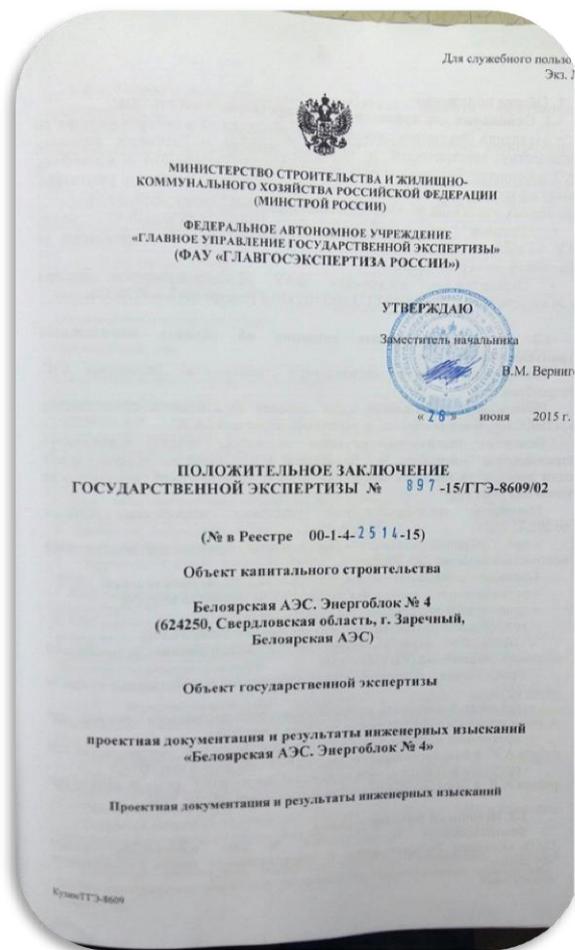
<b>1</b>	<b>Мощность, МВт</b>	
	<b>тепловая</b>	<b>2100</b>
	<b>электрическая</b>	<b>885</b>
<b>2</b>	<b>Топливо</b>	<b>Урановое, уран-плутониевое оксидное топливо</b>
<b>3</b>	<b>Температура теплоносителя, °С</b>	
	<b>на входе в активную зону</b>	<b>354</b>
	<b>на входе в ПТО по 1 контуру</b>	<b>547</b>
<b>4</b>	<b>Температура острого пара, °С</b>	<b>490</b>
<b>5</b>	<b>Давление острого пара, МПа</b>	<b>13,7</b>
<b>6</b>	<b>Диаметр корпуса реактора внутренний, м</b>	<b>12,9</b>
<b>7</b>	<b>Высота корпуса, м</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>Удельная металлоемкость РУ, т/МВт (э)</b>	<b>9,7</b>

# 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

# Особенности ввода в эксплуатацию

## Технический проект энергоблока

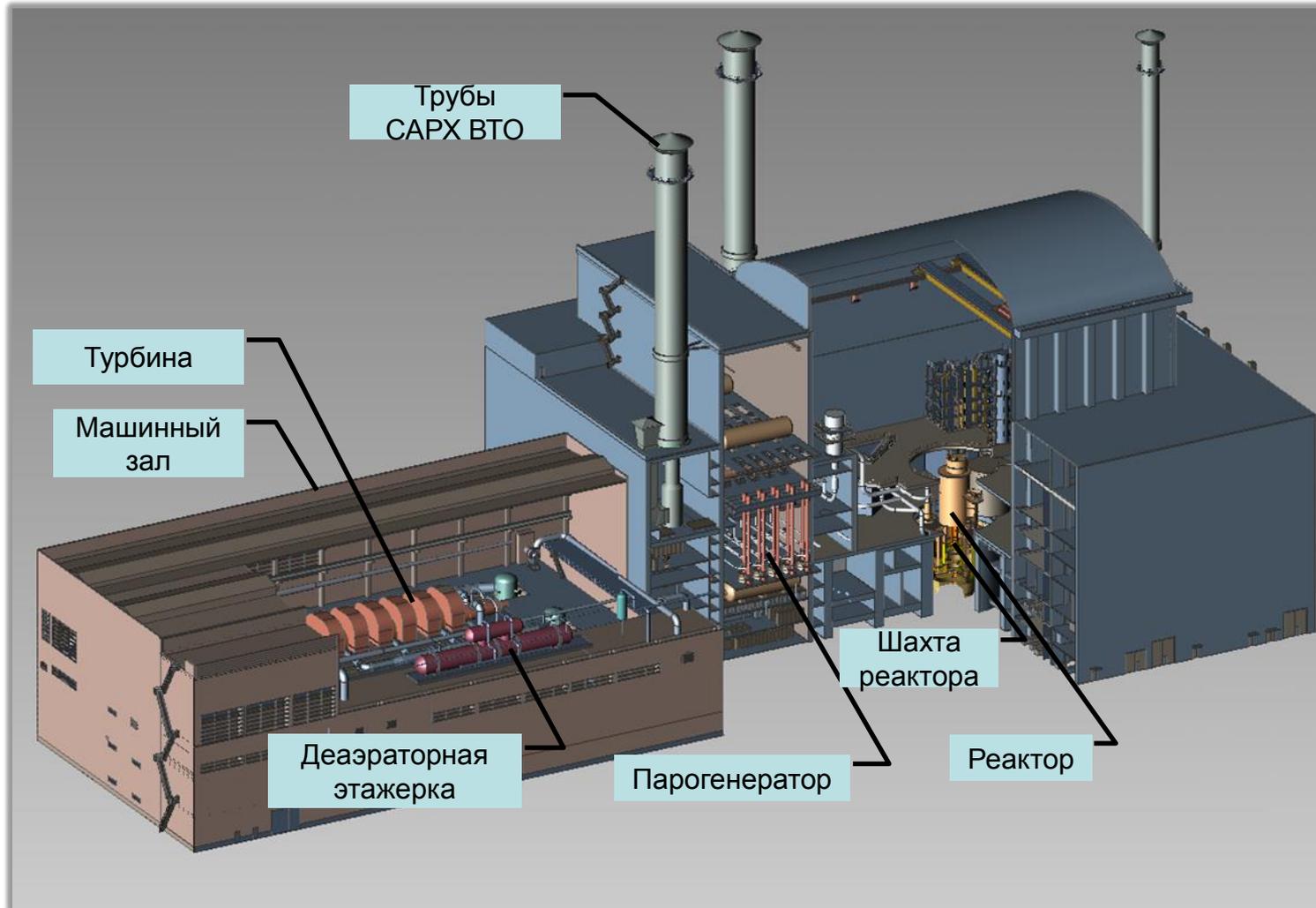


В связи с длительным сроком строительства объекта за период 1994-2011г. произошло изменение требований к сооружаемым АЭС, направленным на повышение безопасности и эксплуатационной надежности; значительно изменилась номенклатура выпускаемого оборудования, изменилась нормативная база проектирования. В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

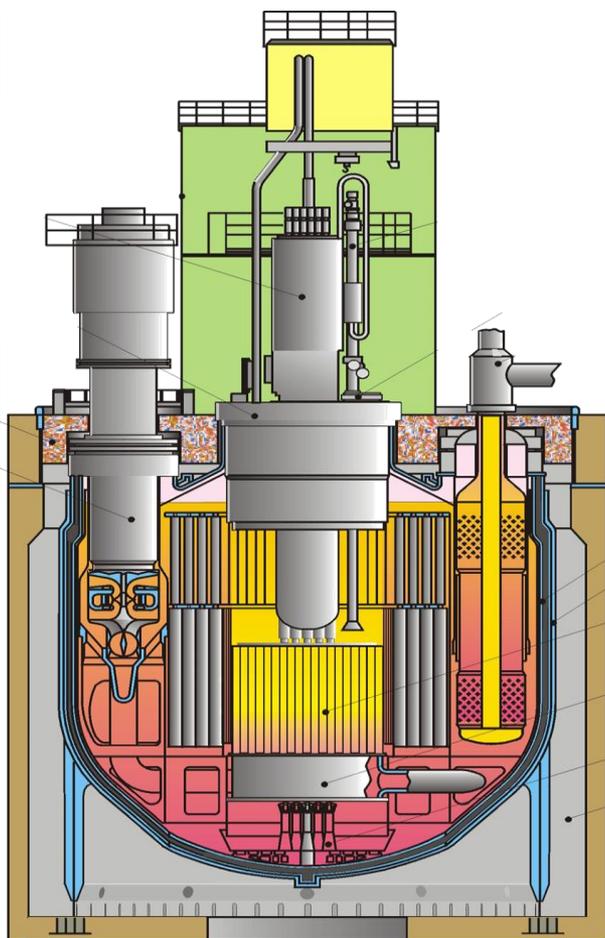
В 2012-2014 гг. Генеральным проектировщиком АО «Атомпроект» был откорректирован технический проект БН-800.

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.

# Макет энергоблока с РУ БН-800



## 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)

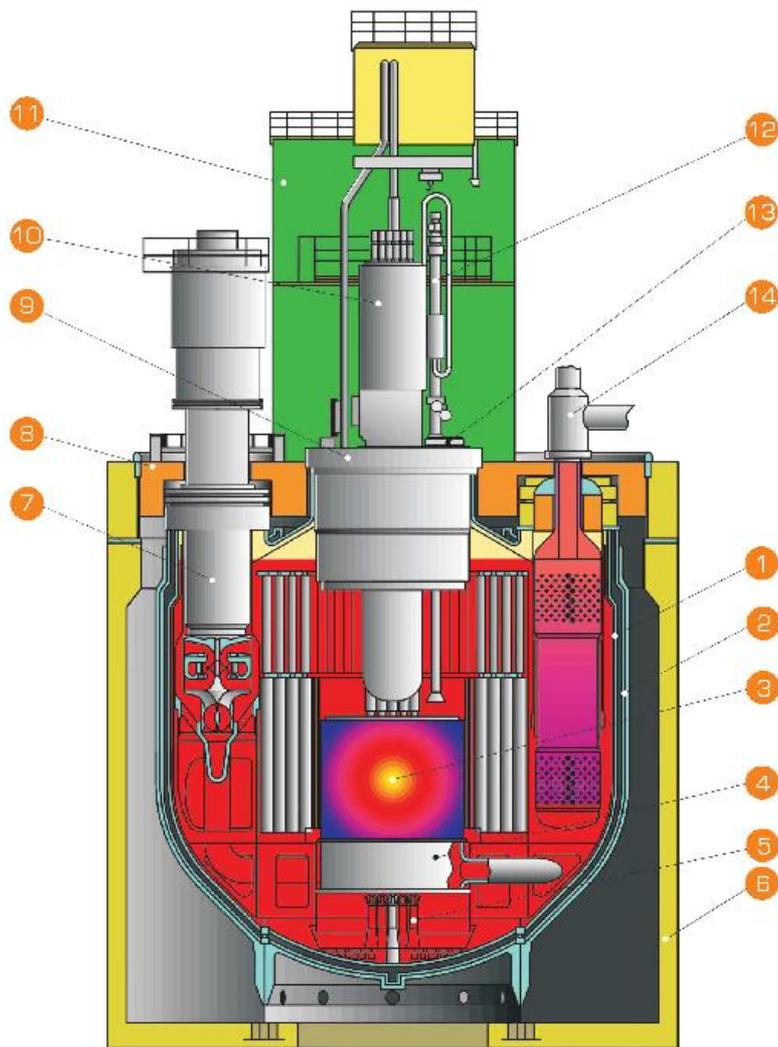
высокая теплоемкость натрия, отсутствие фазовых переходов

обеспечена штатная возможность использования U-Pu топлива

большой запас до кипения натрия (более 300 °C)

развитая естественная циркуляция

## БН-800. Компоновка



### Реактор БН-800

1	Корпус реактора
2	Страховочный корпус
3	Активная зона
4	Напорная камера
5	Поддон для сбора расплавленного топлива
6	Шахта реактора
7	Главный циркуляционный насос
8	Верхняя неподвижная защита
9	Большая поворотная пробка
10	Колонна СУЗ
11	Защитный колпак
12	Механизм перегрузки
13	Малая поворотная пробка
14	Промежуточный теплообменник

## БН-800. Новые прогрессивные технологии 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.

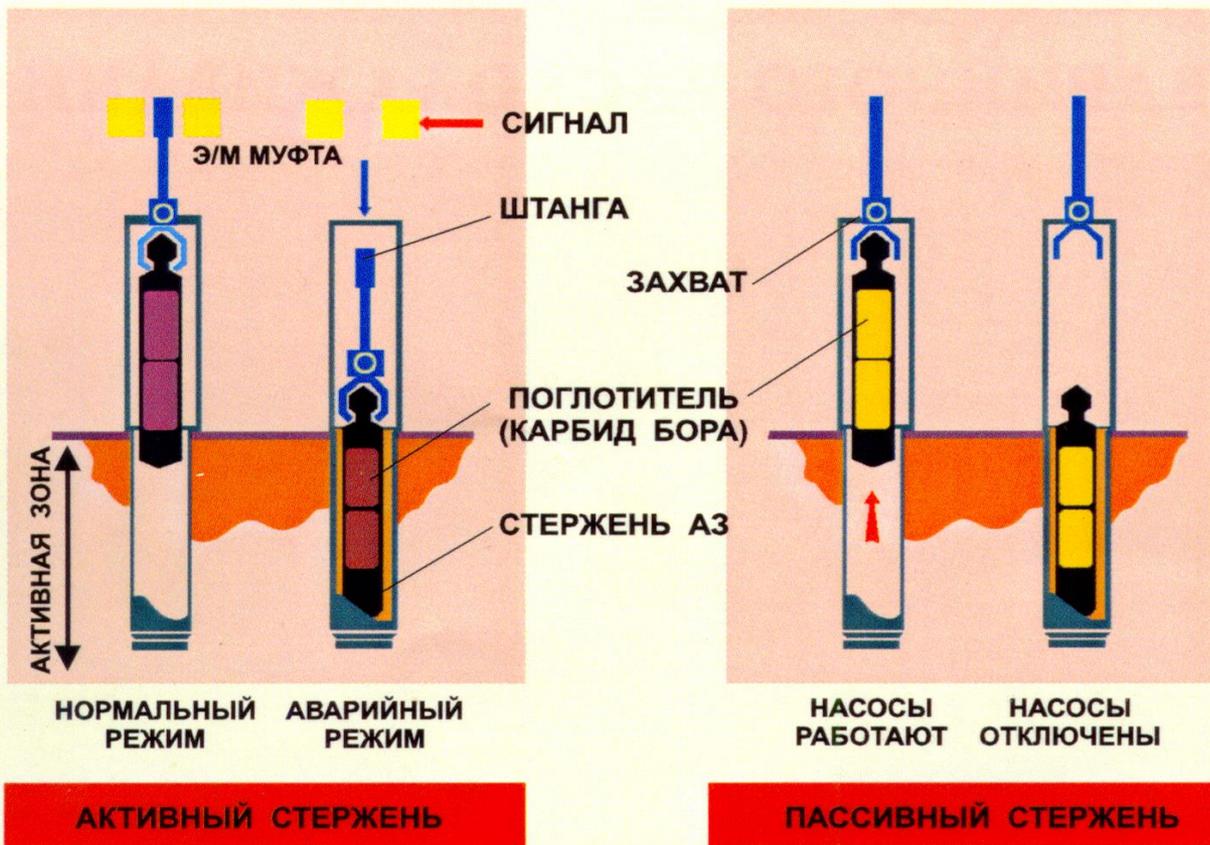
Принятые конструкторские и проектные решения исключают необходимость эвакуации населения при запроектных авариях.

# 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

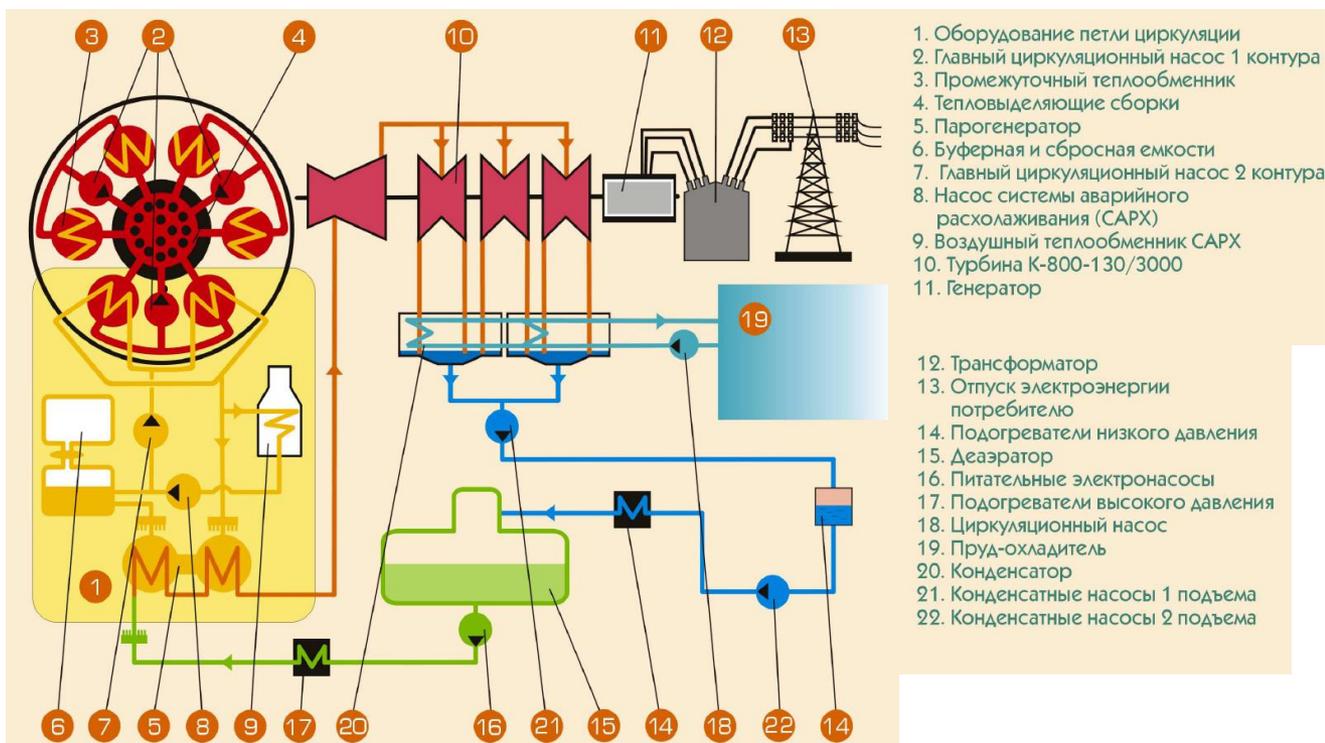
УДЕРЖИВАЕТСЯ ПОТОКОМ Na  
СРАБАТЫВАЕТ ПРИ ОСТАНОВКЕ  
НАСОСОВ



# Особенности ввода в эксплуатацию

## 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

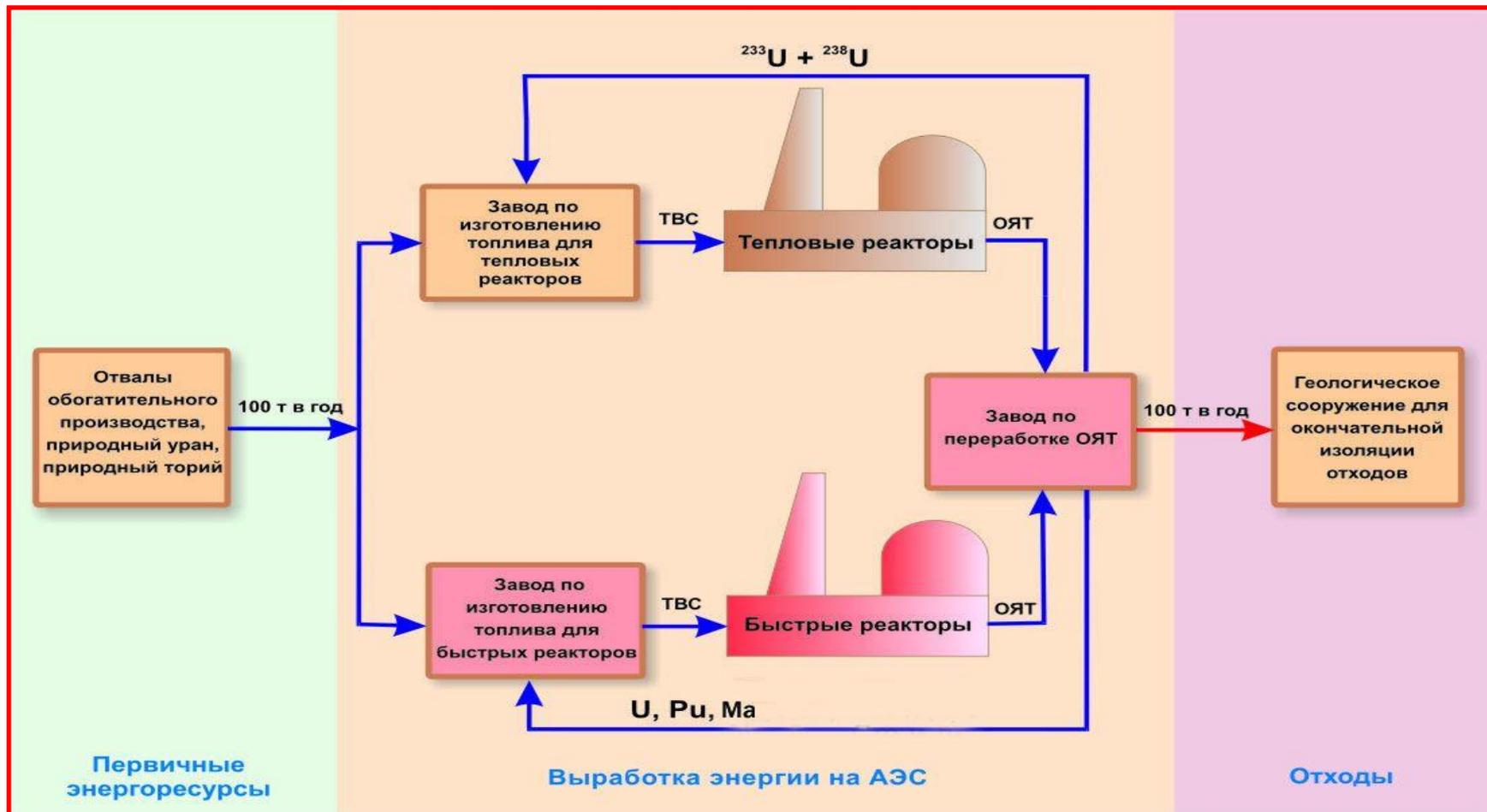
## Задачи, решаемые с применением БН-800



### БН-800 призван обеспечить решение следующих задач:

- **отработка технологии** для экологически чистого «замкнутого» ядерного топливного цикла (путём оборота топлива между реакторами на быстрых и тепловых нейтронах), более чем 50-кратного увеличения использования добываемого природного урана и обеспечения атомной энергетики России топливом на длительную перспективу за счёт его воспроизводства;
- **утилизация** отработавшего ядерного топлива АЭС на тепловых нейтронах путём вовлечения в полезный производственный цикл отработанного урана и плутония, включая минорные актиниды;
- **энергообеспечение** развития экономики Свердловской области.

# Реализация ЗЯТЦ в опытно-демонстрационном масштабе

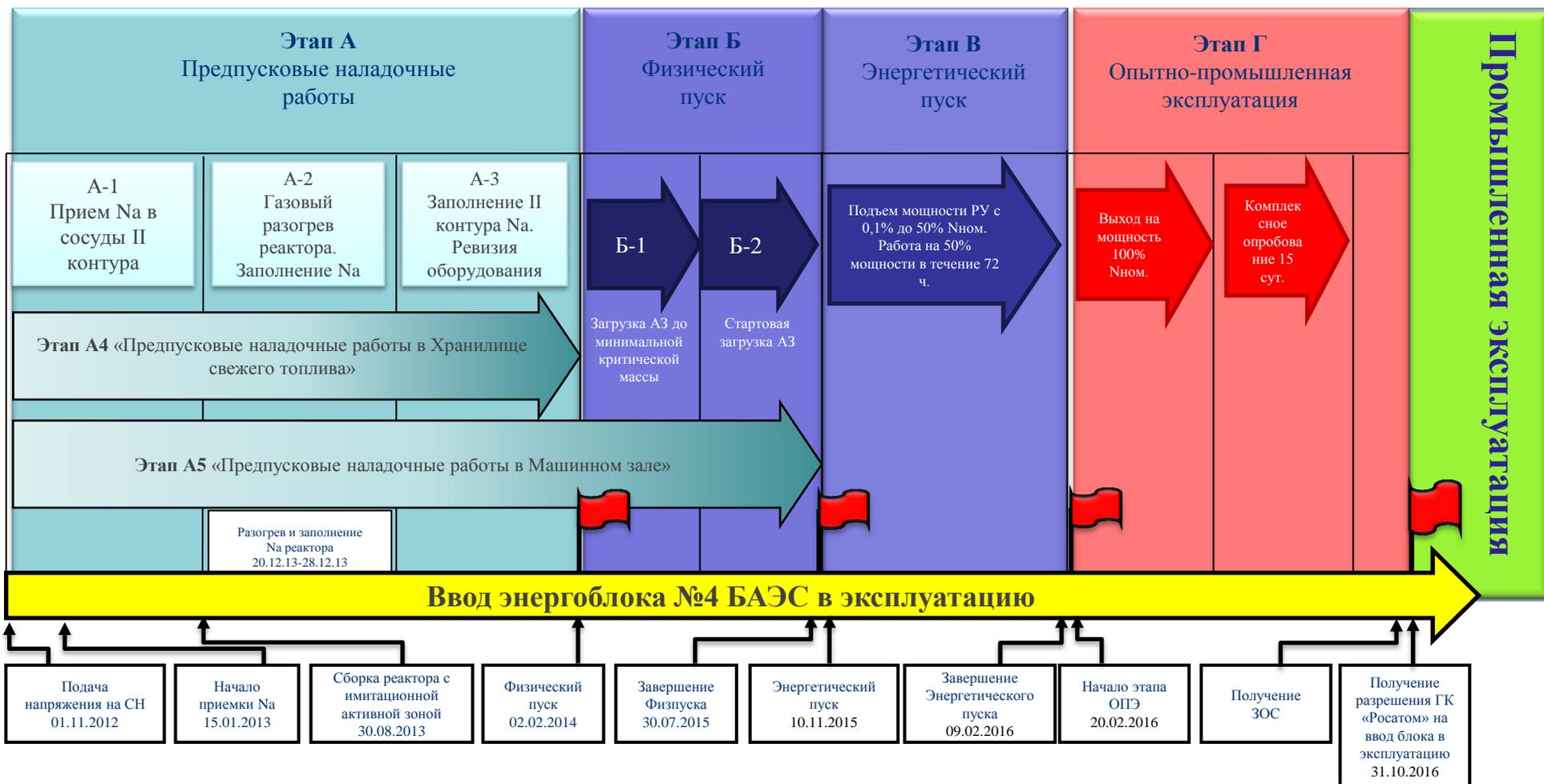


В том числе исследования в обоснование возможности снижения активности ВАО в долгосрочной перспективе

# Особенности ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Белоярской АЭС



# Последовательность ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Белоярской АЭС





РОС  
ЭНЕРГО  
АТОМ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ДИВИЗИОН РОСАТОМА



РОСЭНЕРГОАТОМ  
БЕЛОЯРСКАЯ  
АЭС

# Физический пуск энергоблока №4 Белоярской АЭС

# Основные этапы физического пуска



# Документация для ФП



Физический пуск реактора проводился в соответствии с «Этапной программой ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Белоярской АЭС. Физический пуск реакторной установки. ДН.П4.ФП.001». Для проведения работ на этапе была разработана 21 программа.

Подпись и дата		Имя, № докум.		Взаим. дата №		Подпись и дата		Имя, № докум.	
<p>Открытое акционерное общество «Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (ОАО «Концерн Росэнергоатом»)</p> <p style="text-align: right;">УТВЕРЖДАЮ Генеральный директор ОАО «Концерн Росэнергоатом» Е.В. Романов "16" 01 2014 г.</p> <p style="text-align: center;"><b>ЭТАПНАЯ ПРОГРАММА ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЭНЕРГОБЛОКА №4 БЕЛОЯРСКОЙ АЭС ФИЗИЧЕСКИЙ ПУСК РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДН.П4.ФП.001</b></p> <p>Согласовано</p>									
		Генеральный директор ФГУП «ГНЦ РФ-ФЭИ» А.А. Говердовский "14" сентября 2014 г.				Первый заместитель Генерального директора ОАО «Концерн Росэнергоатом» В.Г. Асмолов "14" сентября 2014 г.			
		Генеральный директор ОАО «ОКБМ Африкантов» Д.Л. Зверев "15" 01 2014 г.				Заместитель Генерального директора – директор по производству и эксплуатации АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом» А.В. Шутиков "15" 01 2014 г.			
		И.о. генерального директора ОАО «ВНИИАЭС» А.Н. Луцишко "15" 01 2014 г.				Заместитель Генерального директора-директор филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция» М.В. Баканов "15" 01 2014 г.			
		Генеральный директор ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» С.В. Опуфренко "16" 01 2014 г.				Генеральный директор ОАО «Атомтехэнерго» С.С. Сааков "15" 01 2014 г.			
		Генеральный директор ОАО ОКБ «Гидропресс» В.В. Джангобегов "15" 01 2014 г.							
Имя, № докум. 02-44(83)14		Подпись и дата 16.01.2014		Имя, № докум. 02-44(83)14		Подпись и дата			

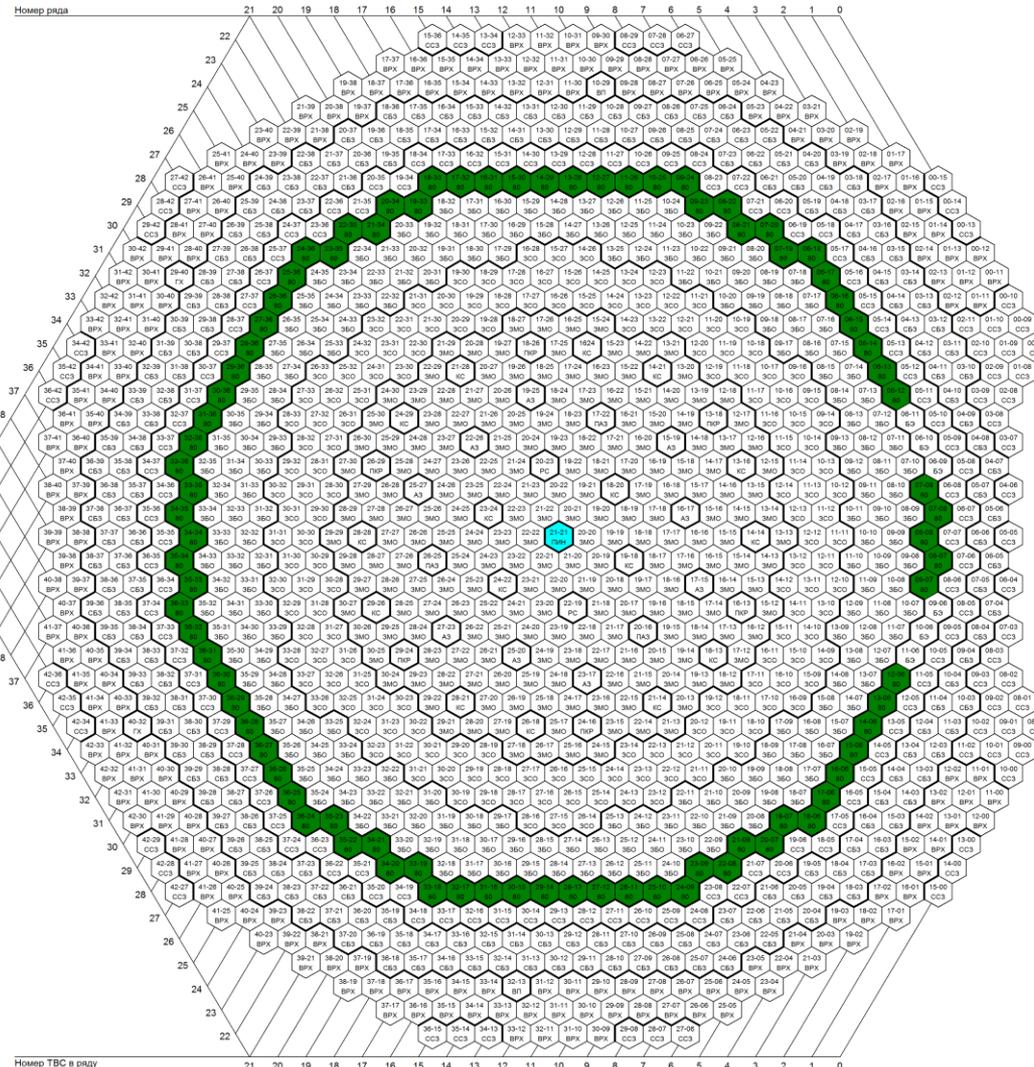
# Загрузка в активную зону ПИН и 84 ТВС БЗВ. Состояние реактора на 13.02.2014



РОС  
ЭНЕРГО  
АТОМ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ДИВИЗИОН РОСАТОМА



РОСЭНЕРГОАТОМ  
БЕЛОРУССКАЯ  
АЭС



31.01.2014 выполнена сборка ПИН.

02.02.2014 в ячейку 21-21 загружен ПИН.

13.02.2014 года в реактор загружено 84 ТВС БЗВ, после чего началась загрузка ТВС активной зоны. Состав активной зоны на 13.02.2014:

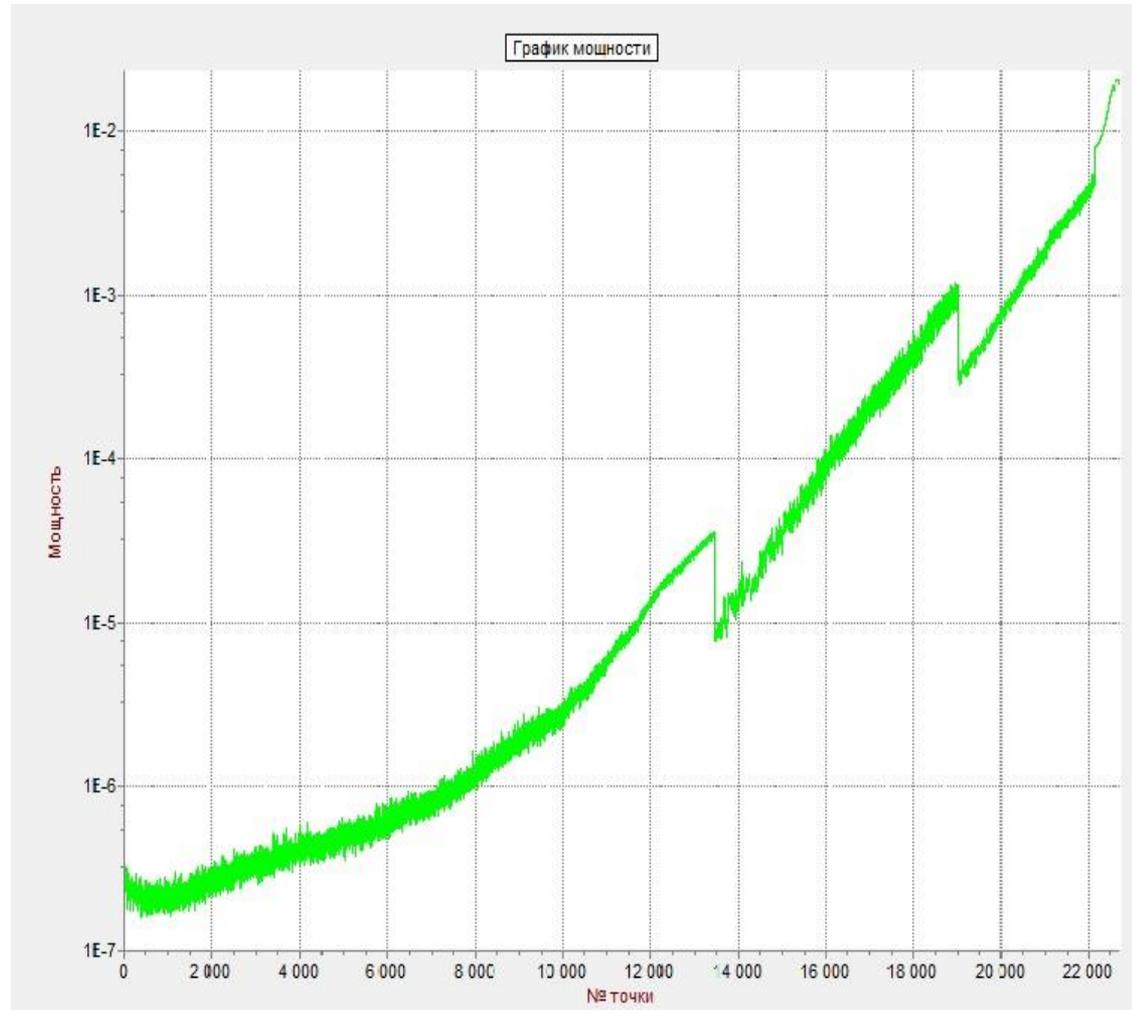
Об. в яч-ке	Чертеж сборки	Наименование	Всего
10	927.08.000	им. ТВС	568
11	927.08.000-01	им. ТВС ВРХ	192
23	927.03.000-03	Гильза ВРХ	2
31	927.04.000	ССЗ	59
32	927.04.000-01	ССЗ	96
52	927.05.000	СБЗ	197
61	927.06.000	ПИН	1
80	927.02.000	ТВС БЗВ	84



# Выход на МКУ с минимальной критической загрузкой 27.06.2014

Выход на МКУ реактора БН-800 с минимальной критической загрузкой был осуществлен 27.06.2014. При выходе на МКУ был достигнут уровень мощности  $\sim 0.1\%$   $N_{ном}$  по показаниям АКНП. При этом положение РО СУЗ составило: РО АЗ, ПАЗ, КС на ВКИВ, РО РС1 – 518 мм по УП, РС2 – 531 мм по УП. Первый устойчивый период удвоения мощности (цепная реакция) был зафиксирован в 22:10, МКУ был достигнут в 23:58 (время местное). График изменения мощности при выводе на МКУ представлен на рисунке.

По результатам проведенного анализа получено, что общий коэффициент тарировки АКНП должен быть снижен в 6.6 раз.



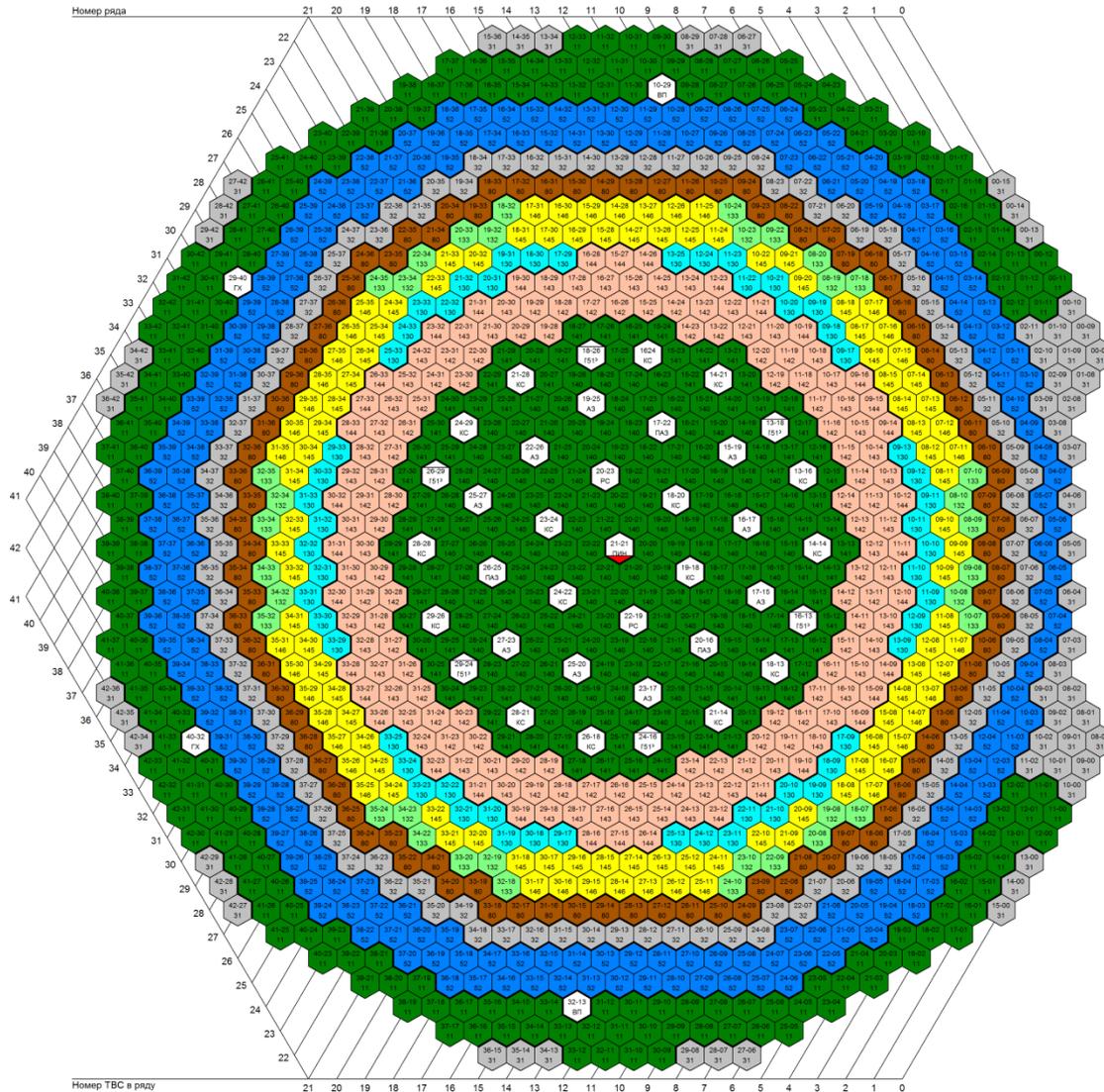
# Стартовое состояние активной зоны



РОС  
ЭНЕРГО  
АТОМ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ДИВИЗИОН РОСАТОМА



РОСЭНЕРГОАТОМ  
БЕЛОРУССКАЯ  
АЭС



22.07.2014 года в реактор загружено 558 ТВС активной зоны, 90 ТВС БЗВ и 30 стержней СУЗ, что соответствует стартовому состоянию реактора.

Об. в яч-ке	Чертеж сборки	Наименование	Всего
11	927.08.000-01	им. ТВС ВРХ	192
23	927.03.000-03	Гильза ВРХ	2
31	927.04.000	ССЗ	59
32	927.04.000-01	ССЗ	96
51	927.05.000-01	СБЗ (ПКР)	6
52	927.05.000	СБЗ	197
61	927.06.000	ПИН	1
80	927.02.000	ТВС БЗВ	90
130	9Н.2847.000.00	ТВС СТГ	54
132	9Н.2848.000.00	ТВС СВУТ-1	12
133	9Н.2848.000.00-01	ТВС СВУТ-2	24
140	927.10.000	ТВС ЗМО-1	132
141	927.10.000-01	ТВС ЗМО-2	72
142	927.10.000-02	ТВС ЗСО-1	66
143	927.10.000-03	ТВС ЗСО-2	54
144	927.10.000-04	ТВС ЗСО-3	36
145	927.10.000-05	ТВС ЗБО-2	68
146	927.10.000-07	ТВС ЗБО-3	40
2841	2841.00.000	РО АЗ	9
2843	2843.00.000	РО КС	16
2845	2845.00.000	РО РС	2
2850	2850.00.000	РО ПАЗ	3

# Хронология физического пуска



Общая продолжительность работ от начала до завершения физического пуска составила 544 суток.

Продолжительность работ, предусмотренных программой физического пуска с учетом повторения работ после модернизации ТВС, составила 155 суток.

# Итоги физического пуска РУ БН-800 энергоблока № 4 Белоярской АЭС



Подтверждены количественные и качественные критерии по каждому отдельному испытанию в соответствии с требованиями программ и методик испытаний

1. Получены экспериментальные значения тепловых потерь с реактора и трёх петель второго контура.
2. Проведено измерение пространственного распределения энерговыделения методом гамма-сканирования ТВС.
3. Выполнено измерение расхода натрия через ТВС.
4. Проведены испытания по определению гидродинамических характеристик первого контура РУ БН-800 со стартовой активной зоной.
5. Проведены испытания по определению эффективности РО СУЗ в стартовом критическом состоянии.
6. Проведены испытания по определению дифференциальной и интегральной эффективностей РО СУЗ, определение запаса реактивности.
7. Выполнено измерение температурного удлинения штанг ИМ РО СУЗ.
8. Выполнены измерения температурного, мощностного, гидродинамического эффектов реактивности.
9. Показания расходомеров при испытаниях в июне, июле 2015 г. (после модернизации ТВС) совпадают с показаниями в июле, августе 2014 г. (до модернизации ТВС) и проектными характеристиками в пределах допустимой погрешности расходомеров.

По результатам проведенных работ на этапе физического пуска внесения изменений в эксплуатационную документацию не требуется.

# Итоги физического пуска РУ БН-800 энергоблока № 4 Белоярской АЭС



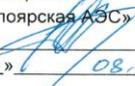
РОС  
ЭНЕРГО  
АТОМ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ДИВИЗИОН РОСАТОМА



РОСЭНЕРГОАТОМ  
БЕЛОЯРСКАЯ  
АЭС

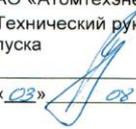
 РОСЭНЕРГОАТОМ  
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«РОССИЙСКИЙ КОНЦЕРН ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И  
ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ НА АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ»  
(ОАО «Концерн Росэнергоатом»)

Филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция»

УТВЕРЖДАЮ Главный инженер филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская АЭС»  Ю.В. Носов «03» 08 2015 г.	УТВЕРЖДАЮ Главный инженер АО «Атомтэхэнерго»  В.П. Дерий «03» 08 2015 г.
--	--

**Сводный отчет  
о проведении работ на этапе Б  
«Физический пуск реакторной установки»  
энергоблока № 4 Белоярской АЭС**

ОТ АТЭ. 544.3237-2015

СОГЛАСОВАНО Заместитель главного инженера по безопасности и надежности филиала ОАО « Концерн Росэнергоатом» «Белоярская АЭС»  В.А. Шаманский «03» 08 2015 г.	РАЗРАБОТАНО Заместитель директора Смоленского филиала «Смоленскатомтэхэнерго» АО «Атомтэхэнерго» - Технический руководитель пуска  В.И. Шкурко «03» 08 2015 г.
---	--

2015 г.

Работы на этапе Б в соответствии с «Этапной программой. Ввод в эксплуатацию энергоблока №4 Белоярской АЭС. Физический пуск реакторной установки» ДН.П4.ФП.001 выполнены в полном объеме, что подтверждается отчетом о проведении работ на этапе Б «Физический пуск реакторной установки» энергоблока № 4 Белоярской АЭС.



РОС  
ЭНЕРГО  
АТОМ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ДИВИЗИОН РОСАТОМА



РОСЭНЕРГОАТОМ  
БЕЛОЯРСКАЯ  
АЭС

# Энергетический пуск энергоблока №4 Белоярской АЭС



# Документация для ЭП



10 ноября 2015 г. Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору утверждено изменение №13 УДЛ ГН-03-101-2837 от 25 декабря 2013 г. на эксплуатацию ядерной установки.

Государственная корпорация по атомной энергии "Росатом"  
ОАО "Концерн "Росэнергоатом"

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ОАО «Концерн Росэнергоатом»  
Е.В. Романов  
2013 г.

**ЭТАПНАЯ ПРОГРАММА  
ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЭНЕРГБЛОКА №4 БЕЛОЯРСКОЙ АЭС  
ПРОГРАММА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПУСКА**

Согласовано:	ДН.П4.ЭП.001
И.о. Генерального директора ФГУП «ГНЦ РФ-ФЭИ» <i>24/10/2013</i> А.А. Говердовский "13" <i>сентября</i> 2013 г.	Первый заместитель Генерального директора ОАО «Концерн Росэнергоатом» В.Г. Асмолов " " " 2013 г.
Генеральный директор ОАО «ОКБМ Африкантов» <i>01/11/2013</i> Д.Л. Зверев "22" <i>апреля</i> 2013 г.	Руководитель проектного офиса Управления проектами ЖЦ АЭС ГК «РОСАТОМ» <i>01/11/2013</i> О.М. Сараев "20" <i>июня</i> 2013 г.
Генеральный директор ОАО «ВНИИАЭС» <i>30/05/2013</i> Г.В. Аркадов "29" <i>мая</i> 2013 г.	№1 Заместитель Генерального директора – директор по производству и эксплуатации АЭС <i>20/06/2013</i> А.В. Шутиков "20" <i>июня</i> 2013 г.
Генеральный директор ОАО «СПБАЭП» <i>04/08/2013</i> С.В. Онуфриенко "04" <i>августа</i> 2013 г.	Заместитель Генерального директора – директор филиала ОАО "Концерн Росэнергоатом" «Белоярской атомной станции» <i>04/08/2013</i> М.В. Баканов " " " 2013 г.
Генеральный директор ОАО ОКБ «Гидропресс» <i>10/04/11-12/2013</i> В.В. Джангобегов "16" <i>апреля</i> 2013 г.	Генеральный директор ОАО «Атомтехэнерго» <i>16/04/2013</i> Э.С. Сааков " " " 2013 г.

Срок действия на период ПНР  
2013 г.

*Ред. № 009 04.01.00.0000.ЭП.К.0.В.16*

*24/11/15/12.5.06*

РОСЭНЕРГОАТОМ  
БЕЛОЯРСКАЯ АЭС

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ

**ЛИЦЕНЗИЯ**

Регистрационный номер ГН-03-101-2837 от 25 декабря 2013 г.

Лицензия выдана открытому акционерному обществу «Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (ОАО «Концерн Росэнергоатом»).

Местонахождение лицензиата: г. Москва, ул. Ферганская, д. 25.

Основной государственный регистрационный номер юридического лица (ОГРН) 5087746119951

Идентификационный номер налогоплательщика 7721632827

Лицензия дает право на эксплуатацию ядерной установки.

Объект, на котором проводится заявленная деятельность: энергоблок № 4 Белоярской атомной электрической станции.

Основание для выдачи лицензии: заявление ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 17.07.2013 № 1-БЕ.Л-4-Э-13, решение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25.12.2013 № 2837.

Срок действия лицензии до 25 декабря 2043 г.

*Лицензия действует при соблюдении условий  
действия лицензии, являющихся ее неотъемлемой частью.*

Врио руководителя  
органа лицензирования  
*А.В. Ферантон*

Серия А В №305444

Энергетический пуск проводился в соответствии с «Этапной программой ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Белоярской АЭС. Программа энергетического пуска ДН.П4.ЭП.001»

# Основные этапы энергетического пуска



РОС  
ЭНЕРГО  
АТОМ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
ДИВИЗИОН РОСАТОМА



РОСЭНЕРГОАТОМ  
БЕЛОРЯРСКАЯ  
АЭС

Энергетический пуск

Подготовка к повышению  
мощности энергоблока

Освоение уровня мощности  
 $5\%N_{ном}$

Освоение уровня мощности  
 $15\%N_{ном}$

Освоение уровня мощности  
 $35\%N_{ном}$

Освоение уровня мощности  
 $50\%N_{ном}$

## Цели энергетического пуска

- Подтверждение надежной и безопасной работы систем, оборудования и энергоблока в целом на энергетических уровнях мощности;
- Последовательное ступенчатое увеличение мощности реактора с уровня 0%Nном до уровня 50%Nном;
- Выполнение испытаний и физических измерений, на каждом этапе, предусмотренных «Программой энергетического пуска»;
- Пробный пуск турбины на уровне мощности 15%Nном;
- Синхронизация генератора и первое включение в сеть на «Этапе освоения мощности 35%Nном»;
- Проверка на соответствие проекту фактических параметров и характеристик систем и оборудования в стационарных и переходных режимах работы энергоблока;
- Проведение 72-х часовых испытаний энергоблока на мощности 50%Nном.
- Сдача энергоблока №4 Белоярской АЭС в опытно-промышленную эксплуатацию.



# Основные этапы энергетического пуска



**Измерение нейтронно-физических характеристик и радиационной обстановки на каждом этапе энергетического пуска**

**Пробный пуск турбины на уровне мощности  $15\%N_{ном}$**

**Синхронизация генератора и первое включение в сеть на «Этапе освоения мощности  $35\%N_{ном}$ »**

**Проведение 72-х часовых комплексных испытаний энергоблока на мощности  $50\%N_{ном}$**

# Пробный пуск турбины К-800-130/3000



Работы по программе «Проведения пробного пуска турбины К-800-130/3000» выполнялись с 12:00 24.11.2015 до 05:45 25.11.2015.

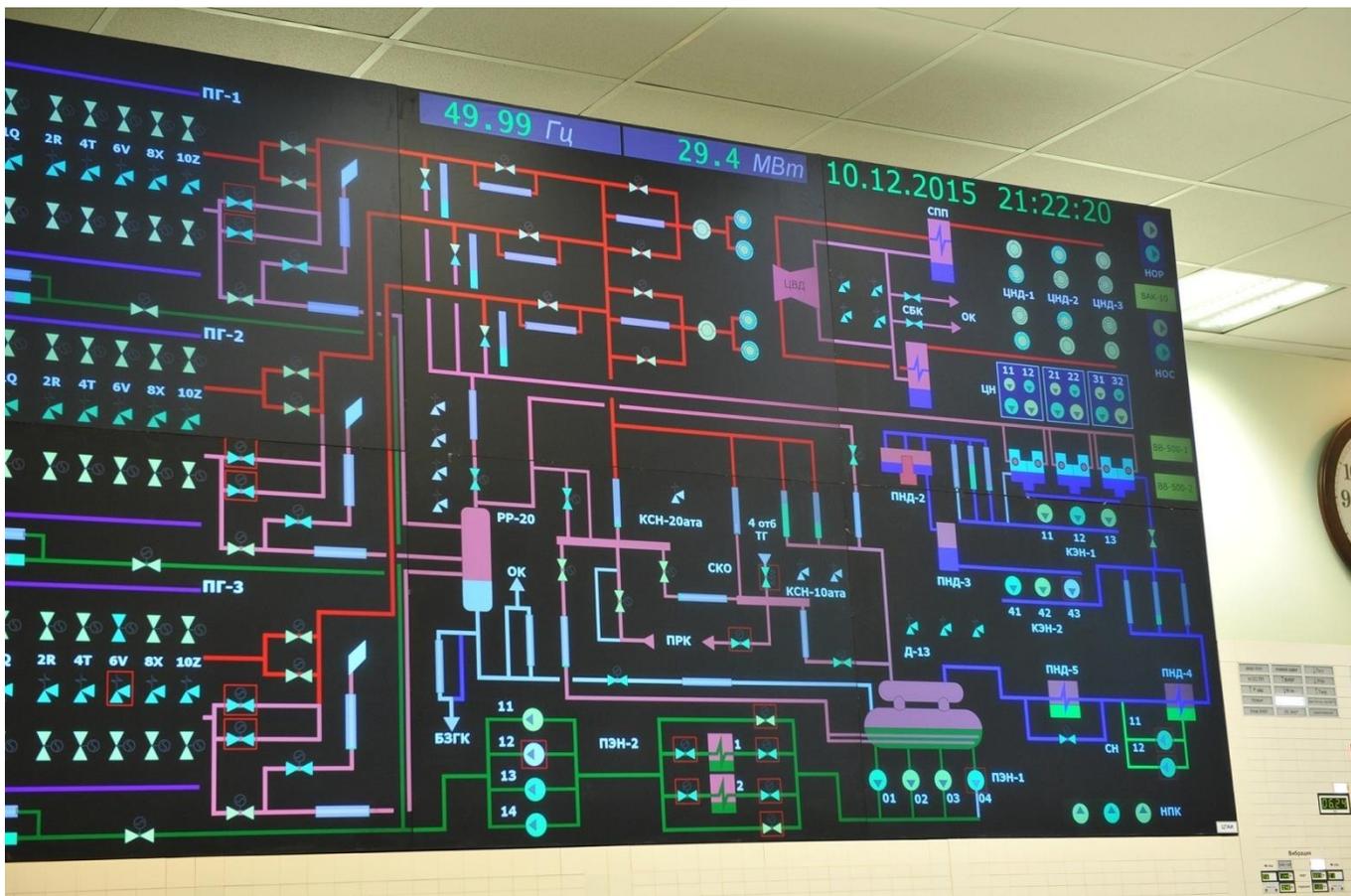
В ходе выполнения Программы выполнены испытания в объеме:

- Наладка и опробование режима прогрева ЦВД сторонним паром;
- Первый пуск турбины и выход на обороты холостого хода;
- Проверка работы вспомогательных систем;
- Проверка тепломеханического и вибрационного состояния турбоагрегата при развороте и работе на холостом ходу;
- Испытание плотности СК и РК ВД.



# Синхронизация и первое включение генератора в сеть

10.12.2015 в 21:21 после выполнения работ по программе испытаний генератора со снятием характеристик КЗ и ХХ на уровне мощности 24,1% Nном выполнена первая синхронизация и включение генератора в сеть.



# Итоги энергетического пуска РУ БН-800 энергоблока № 4 Белоярской АЭС



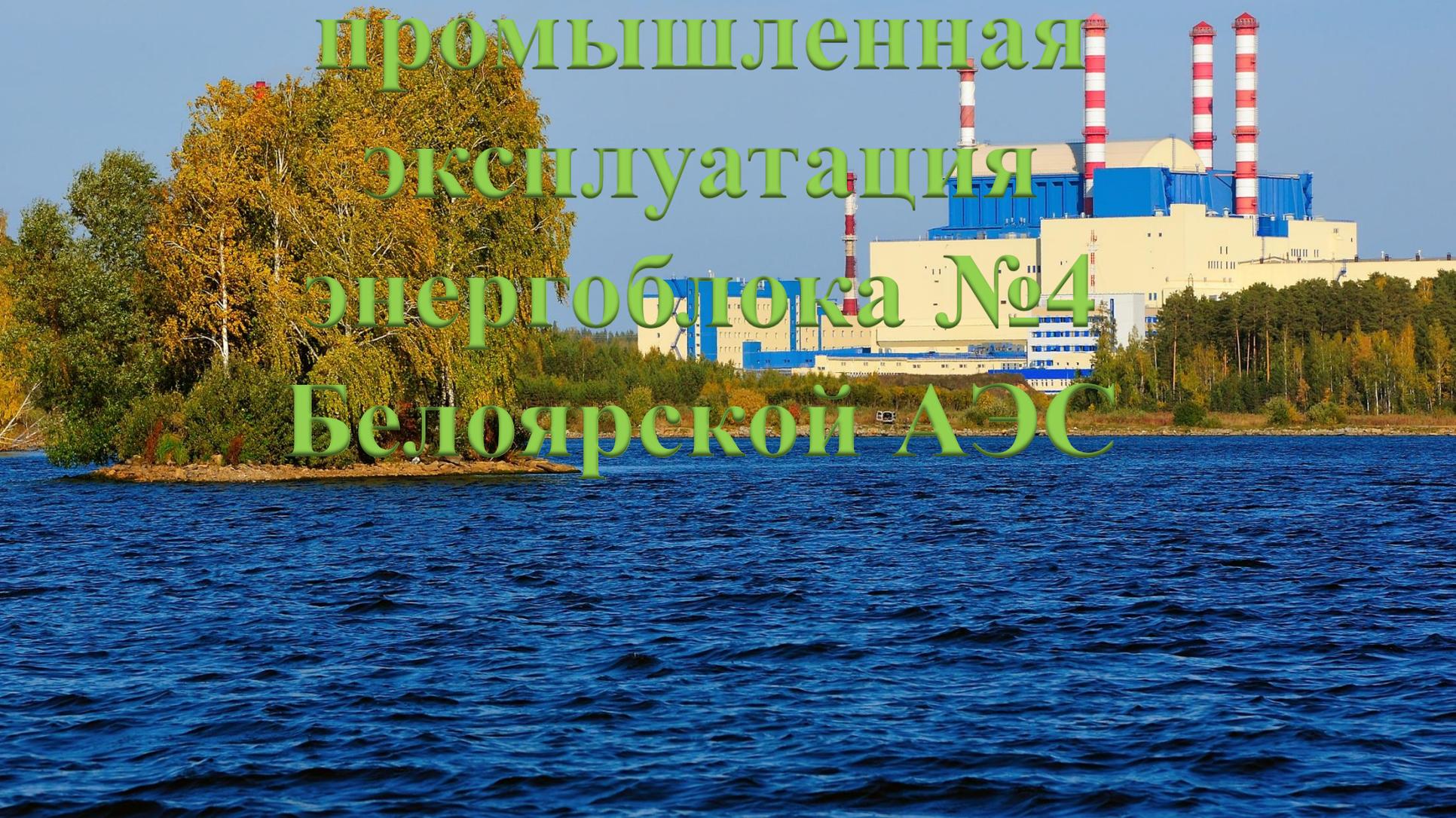
Работы на этапе В «Энергетический пуск» выполнены в полном объеме.

Все выявленные недостатки и отклонения устранены. Критерии завершения этапа «Энергетический пуск» достигнуты.

С 07.02.2016 г. по 09.02.2016 г. энергоблок отработал на уровне мощности не менее  $50\% N_{\text{ном}}$  в базовом режиме в течение 72 часов при работе всего вспомогательного оборудования по проектным схемам и поддержании проектных технико-экономических параметров;

Отказы в работе устройств нормальной эксплуатации и систем безопасности препятствующие работе РУ на  $50\% N_{\text{ном}}$  отсутствовали.

# Опытно- промышленная эксплуатация энергоблока №4 Белоярской АЭС



# Цели опытно-промышленной эксплуатации



## Цели проведения работ по Программе ОПЭ

Подтверждение надежной и безопасной работы систем, оборудования и энергоблока в целом на энергетических уровнях мощности

- Последовательное ступенчатое увеличение мощности реактора с уровня  $50\%N_{ном}$  до номинального уровня ( $100\%N_{ном}$ )

Выполнение испытаний и физических измерений, предусмотренных Программой опытно-промышленной эксплуатации

- Проверка на соответствие проекту фактических параметров и характеристик систем и оборудования в стационарных и переходных режимах работы энергоблока

Проведение 15-ти суточного комплексного опробования энергоблока на номинальной мощности

- Приемка энергоблока в промышленную эксплуатацию

Этап Г «Опытно-промышленная эксплуатация» проводился в соответствии с Программой ввода в эксплуатацию энергоблока № 4 Белоярской АЭС» (ДН.П4.ВЭ.001) и Этапной программой ввода в эксплуатацию энергоблока № 4 Белоярской АЭС. Программой опытно-промышленной эксплуатации (ДН.П4.ОЭ.001).

Этап Г «Опытно – промышленная эксплуатация» включает следующие фазы:

- освоение уровня мощности 67% $N_{ном}$  – проведено в период 19-28.02.2016
- освоение уровня мощности 85% $N_{ном}$  – проведено в период 18.03-15.04.2016;
- освоение уровня мощности 100% $N_{ном}$ . проведено в период 15.04-01.09.2016.
- **01.09.2016** закончены 15-суточные комплексные испытания энергоблока № 4 на номинальном уровне мощности.



- ✓ Подтверждены нейтронно – физические характеристики энергоблока.
- ✓ Подтверждены проектные характеристики пассивных систем обеспечения безопасности.
- ✓ Подтверждена возможность надежного и быстрого останова энергоблока по алгоритму АЗ в т.ч. с учетом отказов оборудования.
- ✓ Подтверждена устойчивая работа энергоблока при работе на трех и на двух петлях теплоотвода.
- ✓ Подтверждена возможность безопасного снижения мощности РУ, в т.ч. останова, при отключении турбины.
- ✓ Подтверждены проектные переходные режимы и их предсказуемость при отключении основного оборудования РУ.

# Ввод в промышленную эксплуатацию



В соответствии с решением Рабочей комиссии, работы и испытания, запланированные этапной программой «Этапная программа ввода в эксплуатацию энергоблока №4 Белоярской АЭС. Программа опытно-промышленной эксплуатации» ДН.П4.ОЭ.001 следует считать окончанными.

На основании разрешения Госкорпорации «Росатом» приказом Концерна «Росэнергоатом» от **31 октября 2016** года введен в промышленную эксплуатацию энергоблок № 4 с реактором БН-800 Белоярской АЭС.



Акционерное общество  
«Российский концерн по производству электрической  
и тепловой энергии на атомных станциях»  
(АО «Концерн Росэнергоатом»)

## ПРИКАЗ

31.10.2016

№ 9/1390-17

Москва

О вводе в эксплуатацию  
объекта капитального строительства

В соответствии с пунктом 10.19 СТО 1.1.1.03.003.0916-2013 «Правила ввода блоков атомных станций в эксплуатацию», утвержденного первым заместителем Генерального директора ОАО «Концерн Росэнергоатом» и введенным в действие приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 26.12.2013 № 9/1264-П «О введении в действие СТО 1.1.1.03.003.0916-2013», и на основании разрешения Госкорпорации «Росатом» от 31.10.2016 № 66-42-102-2016 на ввод объекта в эксплуатацию (далее – разрешение Госкорпорации «Росатом»)

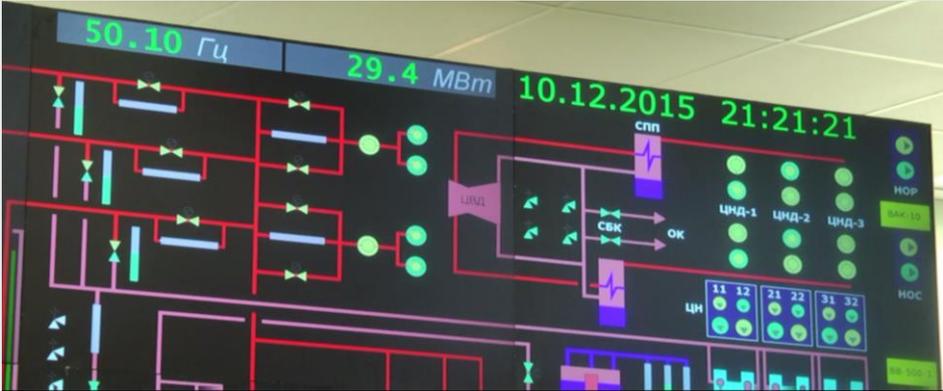
ПРИКАЗЫВАЮ:

Ввести в эксплуатацию объект капитального строительства «Расширение Белоярской АЭС энергоблоком № 4 с реактором БН-800, III очередь строительства» 1 этап с параметрами, указанными в разрешении Госкорпорации «Росатом».

Генеральный директор

А.Ю. Петров

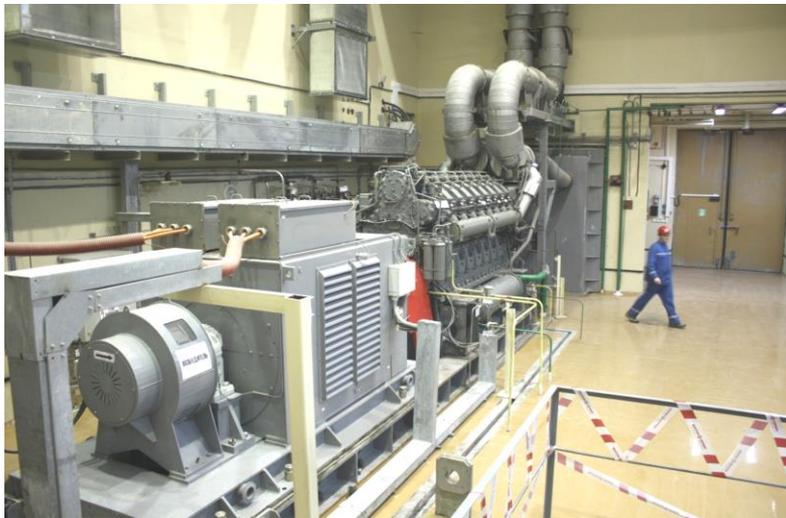
# Ключевые события 2015-2016

Событие	Дата
Завершение этапа «Физический пуск»	30.07.2015
Начало этапа «Энергетический пуск»	10.11.2015
Первое включение ТГ в сеть 	10.12.2015
Начало этапа «Опытно - промышленная эксплуатация»	20.02.2016
Начало среднего ремонта энергоблока	27.06.2016
Завершение комплексного опробования	01.09.2016
Получение разрешения ГК «Росатом» на ввод в эксплуатацию	31.10.2016



Центральный зал. Реактор

Машинный зал



ДГУ



# Благодарю за внимание



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