

**КУРС R00: «СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ РЦ»**

**МОДУЛЬ 2: «СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ РО»**

**ТЕМА 3: «СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ (ЗАЩИТНЫЕ, ЛОКАЛИЗУЮЩИЕ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ)»**

**ЗАНЯТИЕ 8: «СИСТЕМА ПАССИВНОГО ОТВОДА ТЕПЛА ЧЕРЕЗ ПАРОГЕНЕРАТОРЫ (JNB)»**

# ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ

- Объяснить назначение системы и классификацию по правилам безопасности
- Описать проектные основы к системе
- Описать схему системы
- Описать конструкцию и технические характеристики оборудования системы
- Описать защиты и блокировки системы
- Описать режимы функционирования системы

# НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ JNB

Система пассивного отвода тепла через парогенераторы (JNB) является техническим средством преодоления запроектных аварий.

Система пассивного отвода тепла через парогенераторы (JNB) предназначена для длительного отвода остаточного тепла активной зоны конечному поглотителю через второй контур при запроектных авариях.

**Система JNB рассчитана на функционирование при следующих запроектных авариях:**

- отвод остаточных тепловыделений и расхолаживание реакторной установки в режимах полного обесточивания АЭС;
- отвод остаточных тепловыделений и расхолаживание реакторной установки в режимах с полной потерей питательной воды;
- обеспечение резерва активным системам безопасности в случае их отказа.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ПРАВИЛАМ БЕЗОПАСНОСТИ

В соответствии с ПНАЭ Г-1-011-97 система JNB является по влиянию на безопасность - важной для безопасности, а по характеру выполняемых функций - защитной системой.

Классификационное обозначение оборудования системы пассивного отвода тепла через парогенераторы по НП-001-97 (ОПБ-88/97) и соответствующее обозначение по ПНАЭ Г-7-008-89, а также категория сейсмостойкости в соответствии с НП-031-01

Наименование	Классификационное обозначение по НП-001-97 (ОПБ-88/97)	Обозначение по ПНАЭ Г-7-008-89	Категория по НП-031-01
Трубопроводы СПОТ ПГ, расположенные в ЗЛА до отсечной арматуры	2	В	I
Отсечная арматура	2Л	В	I
Трубопроводы СПОТ ПГ, между отсечной арматурой	2Л	В	I

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ПРАВИЛАМ БЕЗОПАСНОСТИ

Наименование	Классификационное обозначение по НП-001-97 (ОПБ-88/97)	Обозначение по ПНАЭ Г-7-008-89	Категория по НП-031-01
"Малый" пусковой клапан	2	B	I
"Большой" пусковой клапан	3	C	I
Трубопроводы СПОТ ПГ, после отсечной арматуры за пределами ЗЛА	3	C	I
Теплообменники СПОТ ПГ	3	C	I
Баки аварийного отвода тепла СПОТ ПГ	3	C	I

# ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Система пассивного отвода тепла через парогенераторы (JNB) предназначена для преодоления запроектных аварий.

Система пассивного отвода тепла через парогенераторы (JNB) выполняет свои функции, если во время прохождения ЗПА, требующего функционирования системы JNB, обеспечивает отвод остаточных тепловыделений и расхолаживание реакторной установки без участия оператора в течение как минимум 24 часов.

Запас охлаждающей воды баков аварийного отвода тепла должен быть выбран из учета автономной работы системы (без дополнительной подпитки баков аварийного отвода тепла) в течение не менее 24 часов с начала ЗПА.

В период после 24 часов предполагается использование для функционирования системы (подпитки баков аварийного отвода тепла) мобильного оборудования и резервных запасов воды, находящихся на площадке.

# АСУ ТП

Система JNB должна приводиться в действие автоматически по соответствующим аварийным сигналам, а также должна быть предусмотрена возможность запуска системы оператором.

В случае ЗПА с полной потерей всех источников переменного тока открытие малого пускового клапана должно осуществляется без подачи энергии от внешнего источника.

В период после 24 часов предполагается использование для функционирования системы (подпитки баков аварийного отвода тепла) мобильного оборудования и резервных запасов воды, находящихся на площадке.

# ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СИСТЕМЫ JNB

Проект системы аварийного электроснабжения должен быть выполнен таким образом, чтобы при авариях связанных с полной потерей всех источников переменного тока, распределительное устройство, обеспечивающее функционирование элементов контроля и управления ЗПА (минимальный состав точек контроля системы: температура и уровень в БАОТ, и арматура на байпасе линии подпитки баков), автоматически переключалось на автономный режим функционирования.

Данный канал системы аварийного электроснабжения ЗПА должен иметь в своем составе аккумуляторные батареи с временем разряда достаточным для подключения передвижного ДГ.

Активные элементы системы пассивного отвода тепла через парогенераторы обеспечивается электропитанием первой группы надежности САЭ. В качестве источника электропитания первой группы надежности используются аварийные аккумуляторные батареи.



# ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Система состоит из четырех независимых каналов подключенных к паровому и водяному объемам соответствующих ПГ.

Каждый канал системы пассивного отвода тепла включает:

- один бак аварийного отвода тепла (БАОТ) JNB10/20/30/40BB001;
- шестнадцать секций теплообменников ТОАР JNB10/20/30/40AC001/.../016;
- «большой» JNB10/20/30/40AA101 и «малый» JNB10/20/30/40AA102 пусковые клапаны;
- трубопроводы пара и конденсата;
- арматура.

# ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Каждый канал СПОТ ПГ подсоединен к паровому и водяному объему соответствующего парогенератора. Трубопровод подвода пара к теплообменнику диаметром 273x20 подсоединяется к специальному патрубку парового коллектора парогенератора, а трубопровод отвода конденсата из теплообменника диаметром 159x13 - к специальному патрубку водяного объема парогенератора.

Расположение баков аварийного отвода тепла (отм. +59,930 м) выше парогенераторов обеспечивает естественную циркуляцию в контуре СПОТ ПГ.

На опускном трубопроводе каждого канала СПОТ ПГ перед парогенератором установлены «большой» JNB10/20/30/40AA101 и «малый» JNB10/20/30/40AA102 пусковые клапаны. Пусковые клапаны обеспечивают автоматическое подключение системы JNB в соответствующий режим теплоотвода.

«Малый» JNB10/20/30/40AA102 пусковой клапан Ду 27 имеет привод пассивного типа. Открытие клапана JNB10/20/30/40AA102 осуществляется при ЗПА с полным обесточиванием АЭС по факту незапуска ДГ. Также предусмотрено автоматическое открытие клапана при ЗПА с полной потерей питательной воды.

# ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Скорость расхолаживания 1-го контура реакторной установки при открытии «малого» JNB10/20/30/40AA102 клапана Ду 27 составляет не более 12 – 15 °С/ч при работе трех каналов системы JNB при авариях, связанных с полной потерей всех источников переменного тока, а также при аварии с полной потерей питательной воды.

Скорость расхолаживания реакторной установки при работе клапана Ду 133 в основном определяется размером течи из 1-го контура.

Каждый канал системы вместе с парогенератором обеспечивает отвод остаточного тепловыделения от реакторной установки. Максимальная мощность одного канала СПОТ ПГ составляет 115 МВт при номинальных параметрах в режимах с течами первого контура и 25 МВт в режимах с обесточиванием станции и с полной потерей питательной воды.

В режиме работы блока на мощности установленная на трубопроводах подвода пара и отвода конденсата отсечная арматура JNB10/20/30/40AA801/802/803/804 постоянно открыта.

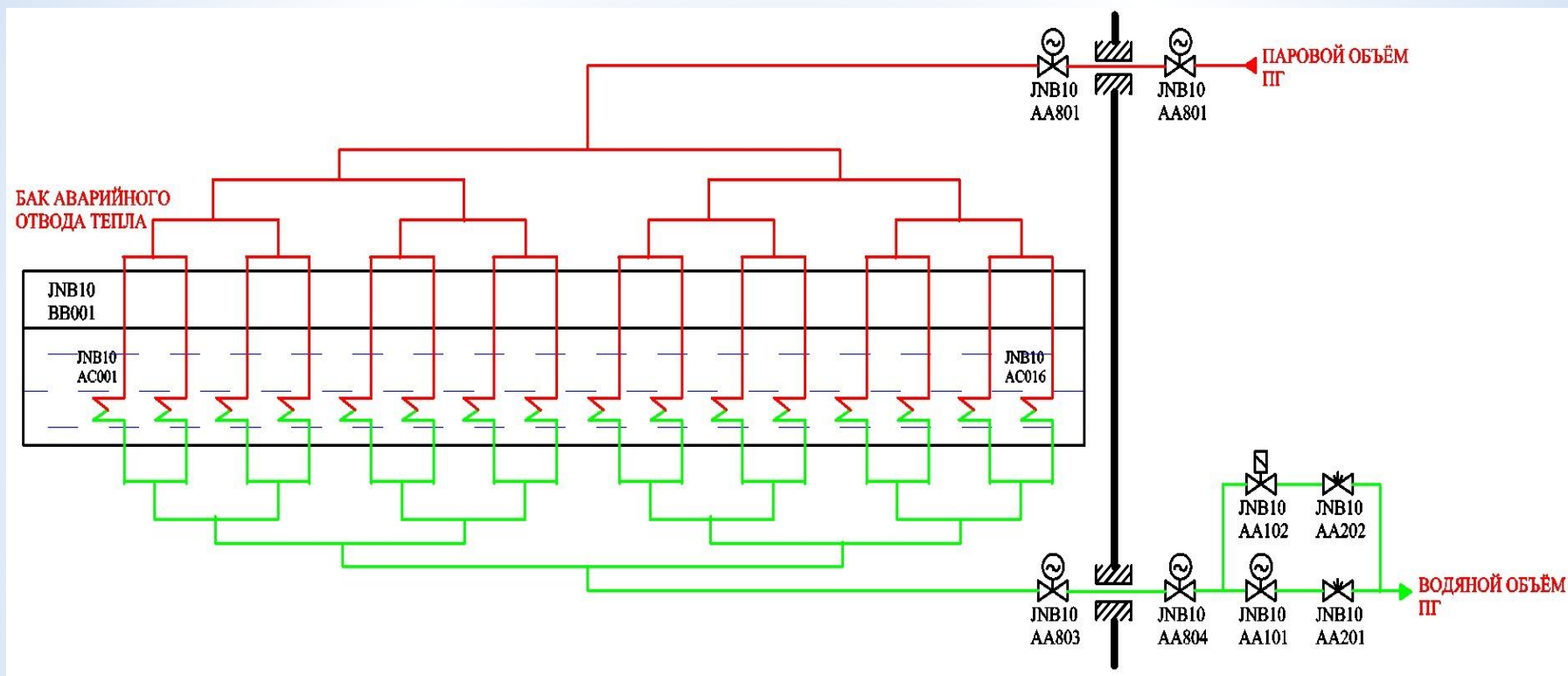
# ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

В режиме работы блока на мощности осуществляется периодический контроль соответствия нормам качества воды баков аварийного отвода тепла JNB10/20/30/40BB001 и в случае необходимости производится корректировка вводно-химических показателей воды баков.

Для обеспечения возможности подпитки баков аварийного отвода тепла JNB10/20/30/40BB001 после 24 часов, при ЗПА с полной потерей всех источников переменного тока, на байпасе арматуры JNB51/61/71/81AA501, установленной на трубопроводах заполнения и подпитки баков, установлена арматура JNB51/61/71/81AA502.

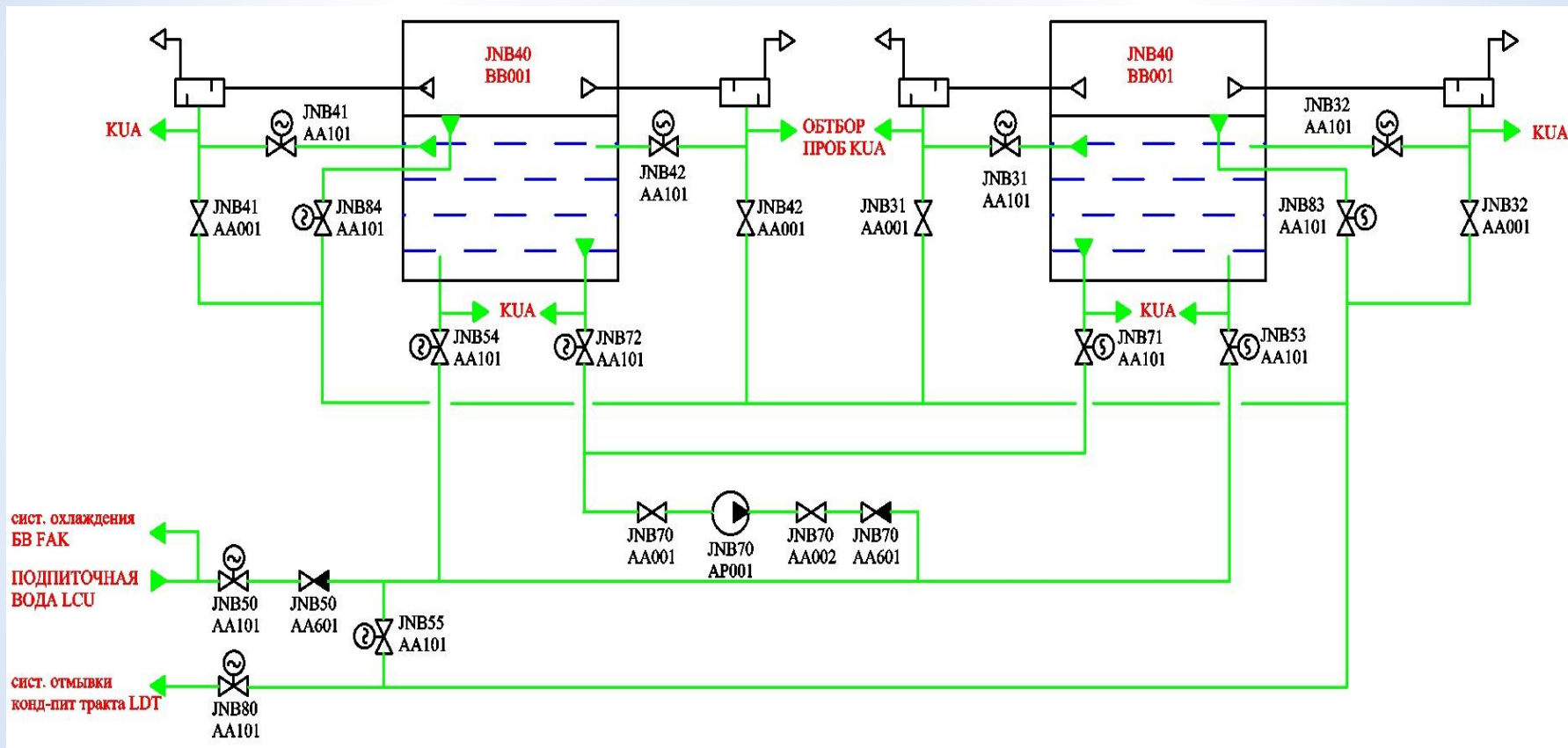
Электроснабжение арматуры JNB51/61/71/81AA502 осуществляется от отдельного канала аварийного электроснабжения ЗПА. Управление данной арматурой осуществляется с мозаичной панели ЗПА, расположенной на БПУ.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА



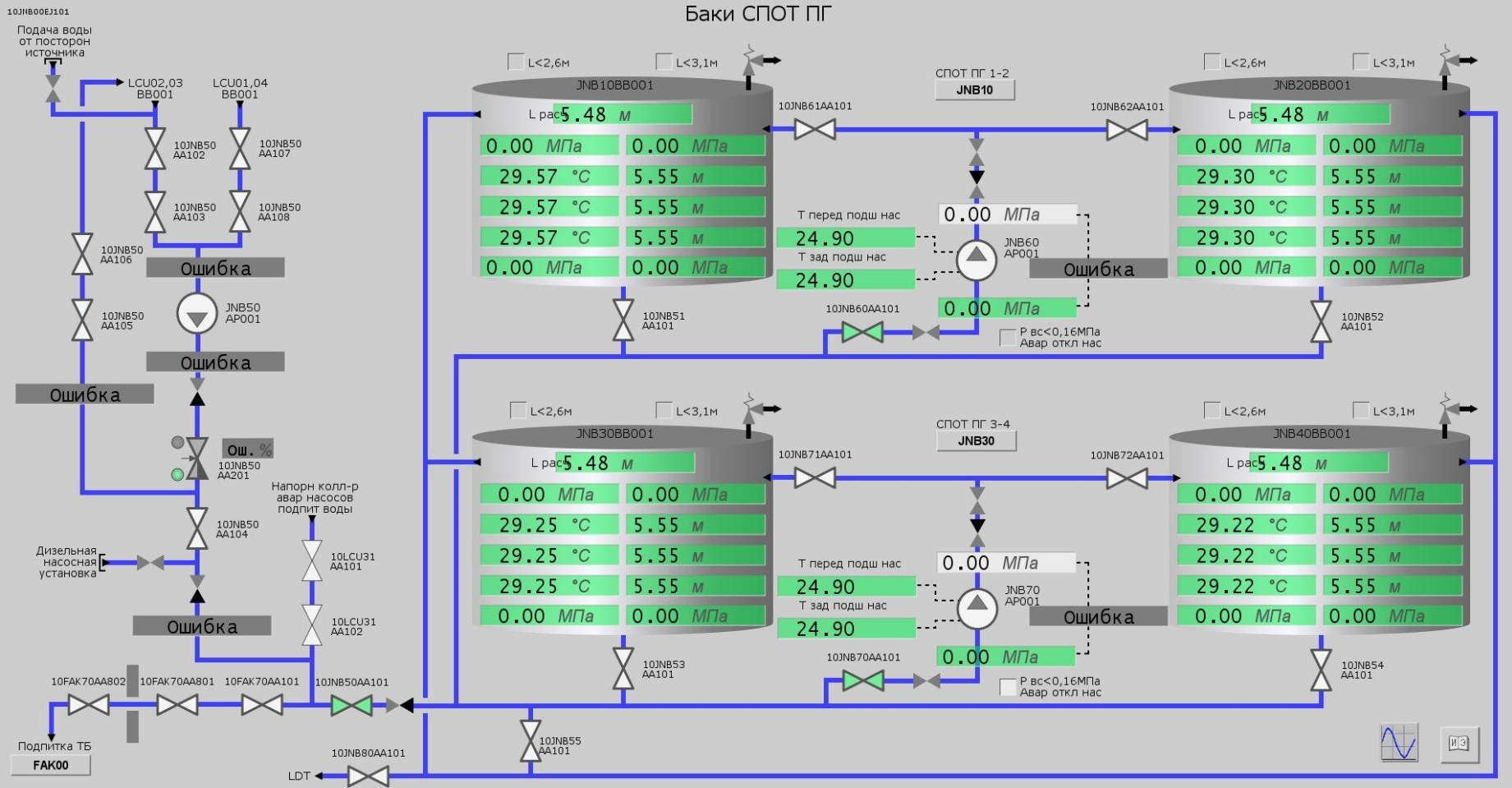
Номинальный уровень воды в баках аварийного отвода тепла СПОТ, составляет 6 метров

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА (2 КАНАЛА)



# ВИДЕОКАДР JNB. БАКИ СПОТ ПГ

2015/09/19 12:39:13



Уровень 7 | Уровень 6 | Уровень 5 | Уровень 4 | **Уровень 3** | Уровень 2 | Уровень 1 | Н1, Н2, Н3

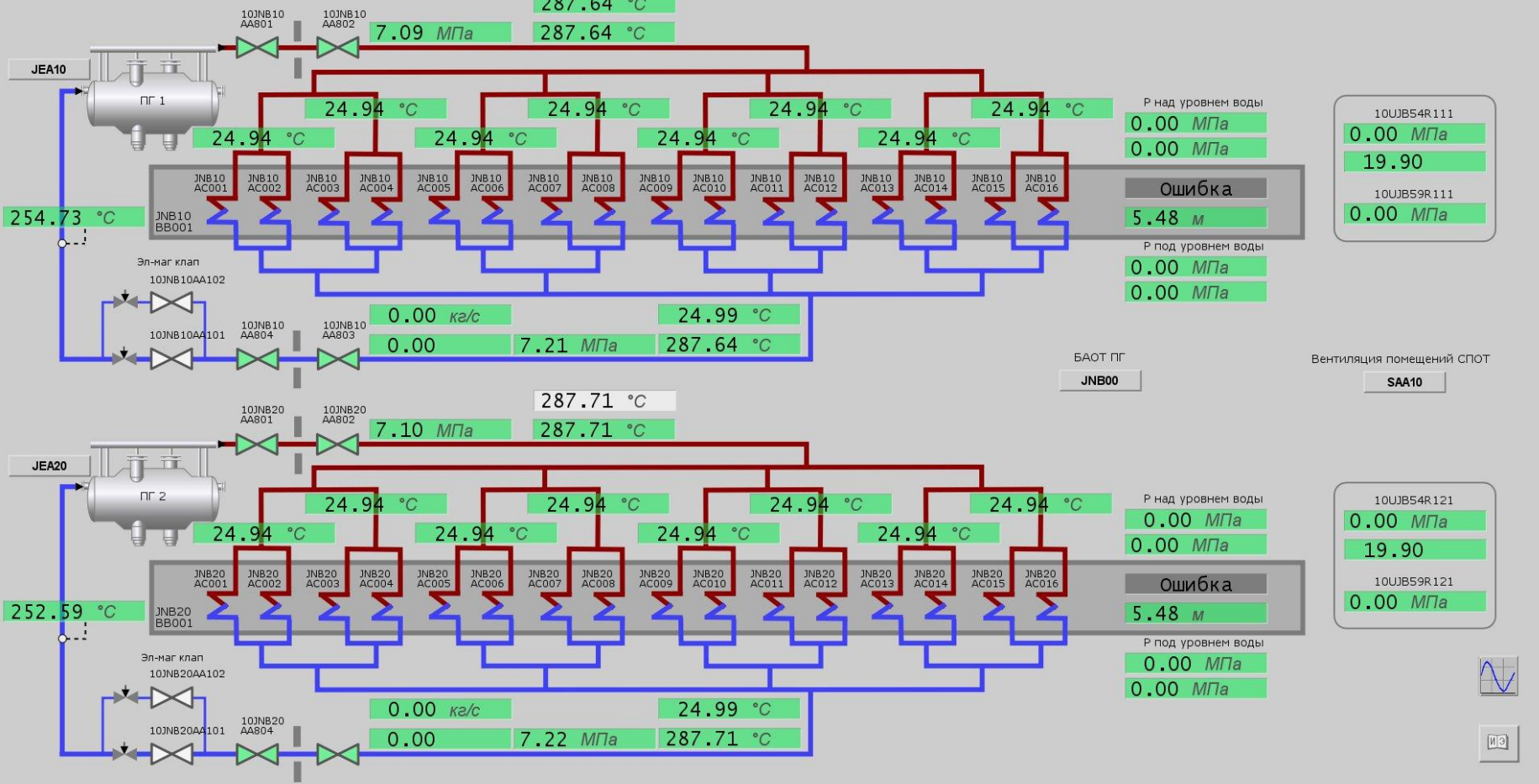
Текущий пользователь: NES ( ), группа пользователей: ADMINISTRATORS

# ВИДЕОКАДР JNB. СПОТ ПГ 1,2

2015/09/19 10:12:46

10JNB10EJ101

СПОТ ПГ 1,2



Уровень 7 | Уровень 6 | Уровень 5 | Уровень 4 | **Уровень 3** | Уровень 2 | Уровень 1 | Н1, Н2, Н3

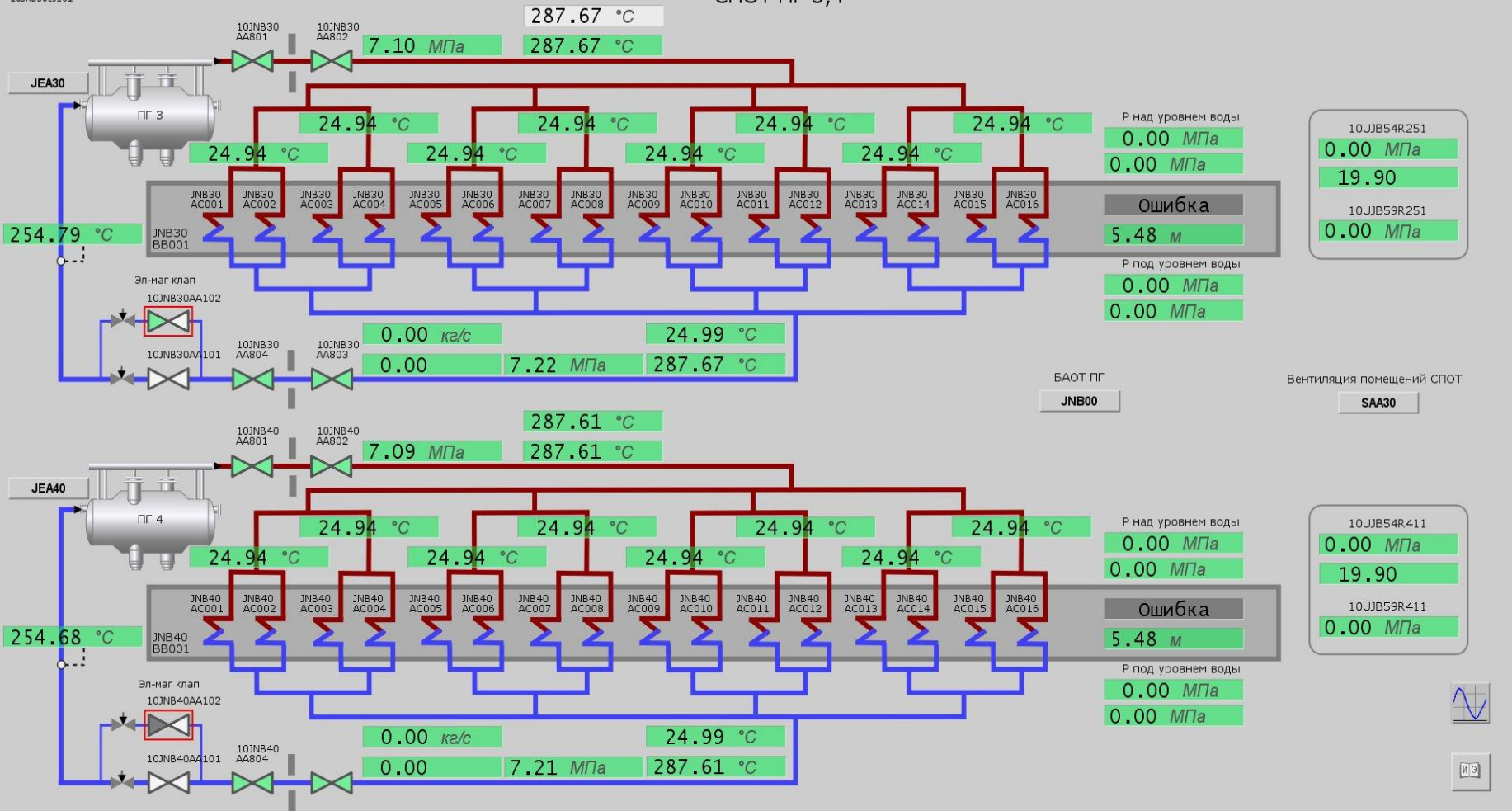


# ВИДЕОКАДР JNB. СПОТ ПГ 2,4

2015/09/19 10:11:28

10JNB30EJ101

СПОТ ПГ 3,4



Уровень 7 | Уровень 6 | Уровень 5 | Уровень 4 | **Уровень 3** | Уровень 2 | Уровень 1 | Н1, Н2, Н3

Текущий пользователь: N5S ( ), группа пользователей: ADMINISTRATORS

# СВЯЗИ С ДРУГИМИ СИСТЕМАМИ

Система пассивного отвода тепла через парогенераторы имеет связи со следующими системами:

- системой парогенераторов (JEA);
- системой паропроводов (LBA);
- системой подпиточной воды (LCU);
- системой предпусковой отмывки конденсатно-питательного тракта (LDT);
- системой отбора проб установок спецводоочистки и вспомогательных систем реакторной установки (KUA);
- системой дренажа оборудования здания реактора (KTA);
- системой сдувок оборудования здания реактора;
- системой аварийного электроснабжения;
- системой контроля и управления;
- системой вентиляции и охлаждения помещений.

# РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ

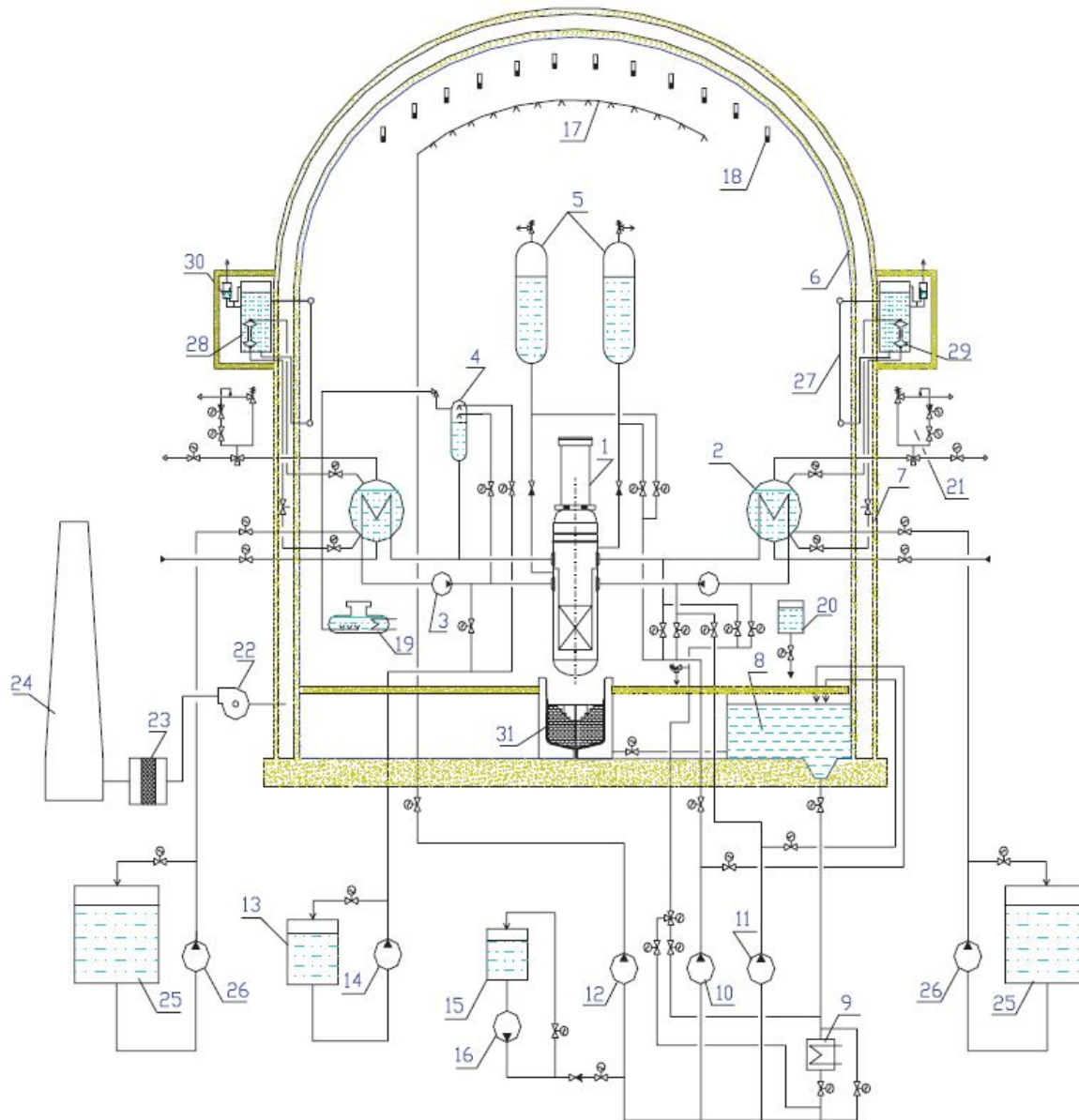
Баки аварийного отвода тепла JNB10/20/30/40BB001 размещаются в отдельных помещениях кольцевой обстройки здания реактора над отметкой 59,850.

Теплообменники аварийного отвода тепла JNB10/20/30/40AC001/.../018 установлены на специальных опорных конструкциях внутри баков JNB10/20/30/40BB001.

Элементы системы расположенные за пределами защитной оболочки защищены от внешних воздействий и стихийных явлений (землетрясений, ураганов, ударных волн, падения самолета и экстремальных температур). Для элементов размещенных за пределами защитной оболочки, обеспечены доступ и условия для проведения визуального контроля, а также технического обслуживания и возможных, при работе реактора на мощности, ремонтов не прибегая к останову блока.

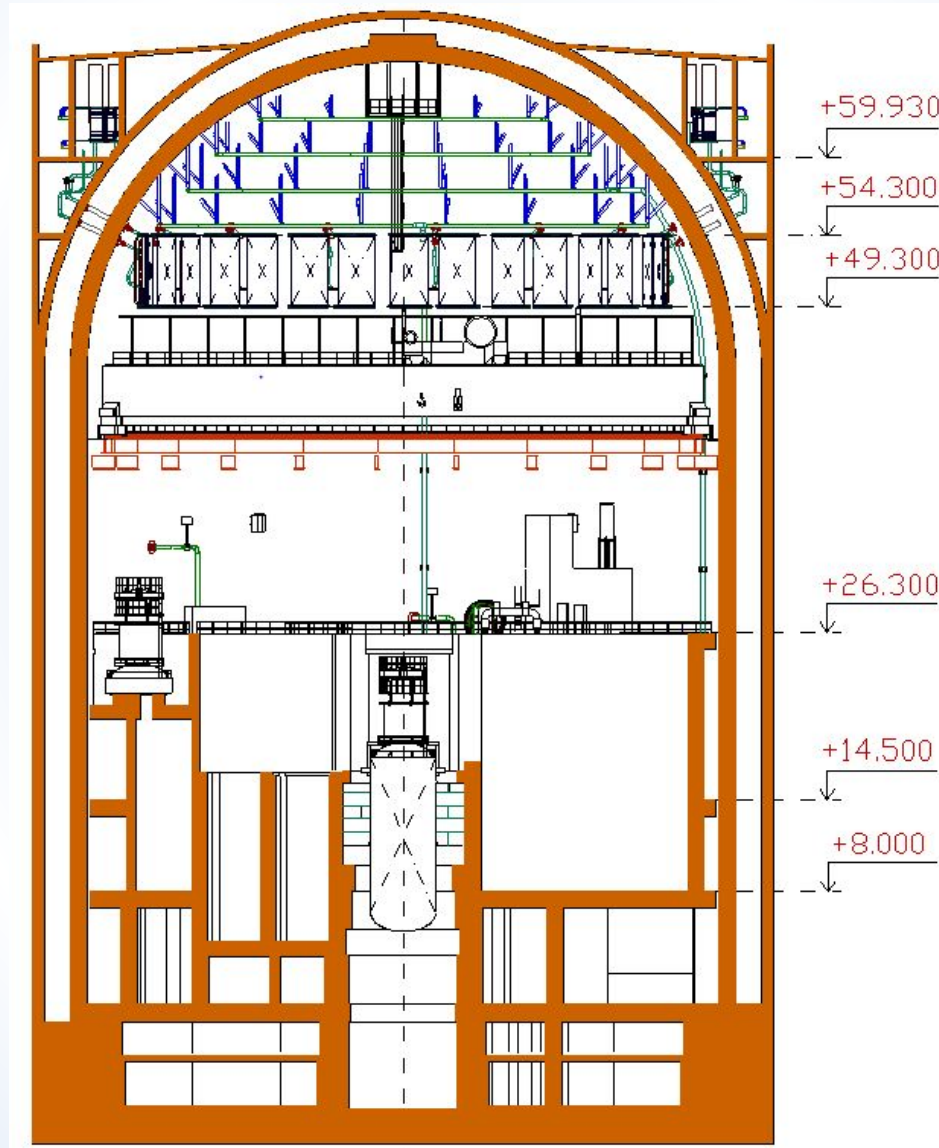
При размещении управляющих и силовых кабелей и другого электрического оборудования системы, подключенных к разным системам электроснабжения, применен принцип разделения, при котором отказы в одной системе не приводят к отказам в другой.

# РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ

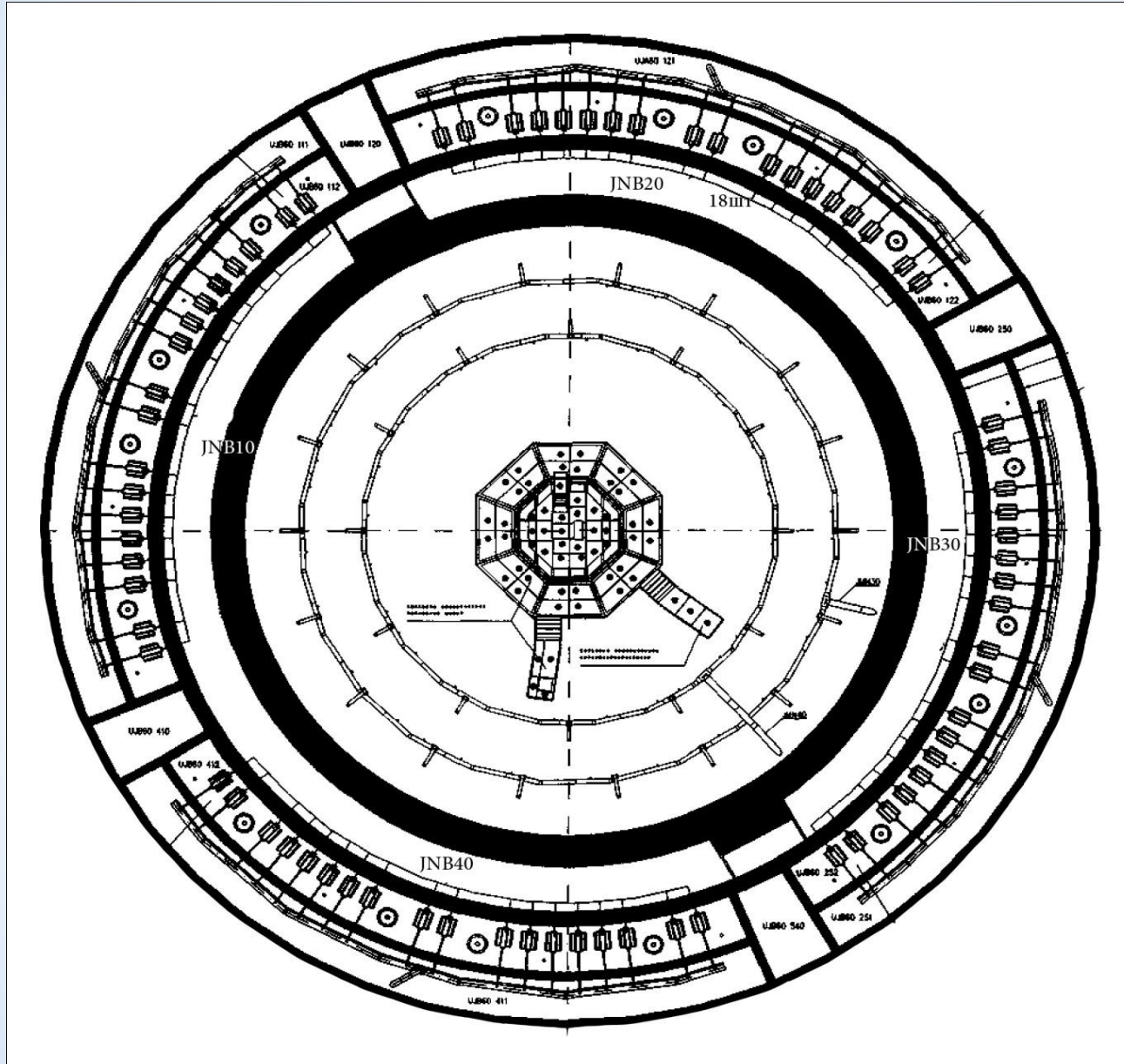


1. Реактор 2. Парогенератор 3. ГЦН 4. Компенсатор давления 5. Емкости САОЗ 6. Защитная оболочка 7. Наружная защитная оболочка 8. Бак-приямок (запас борированной воды низкой концентрации) 9. Теплообменники 10. Насос аварийного впрыска низкой давления 11. Насос аварийного впрыска высокого давления 12. Спринклерный насос 13. Бак за-паса борированной воды высокой концентрации 14. Насос аварийного ввода бора 15. Бак подачи химреагентов 16. Насос ввода химреагентов 17. Спринклерный коллектор 18. Пассивный рекомбинатор водорода 19. Барботер 20. Бак аварийно-го запаса щелочи 21. Главный паровой арматурный блок 22. Вентустановка аварийного создания разряжения в кольцевом зазоре 23. Фильтр 24. Вентиляционная труба 25. Бак запаса обессоленной воды 26. Аварийный питательный насос 27. Конденсатор-теплообменник СПОТ 28. Бак аварийного отвода тепла СПОТ 29. Теплообменник СПОТ ПГ 30. Гидрозатвор 31. Устройство локализации расплава.

# РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ



# РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ



# Теплообменники аварийного расхолаживания

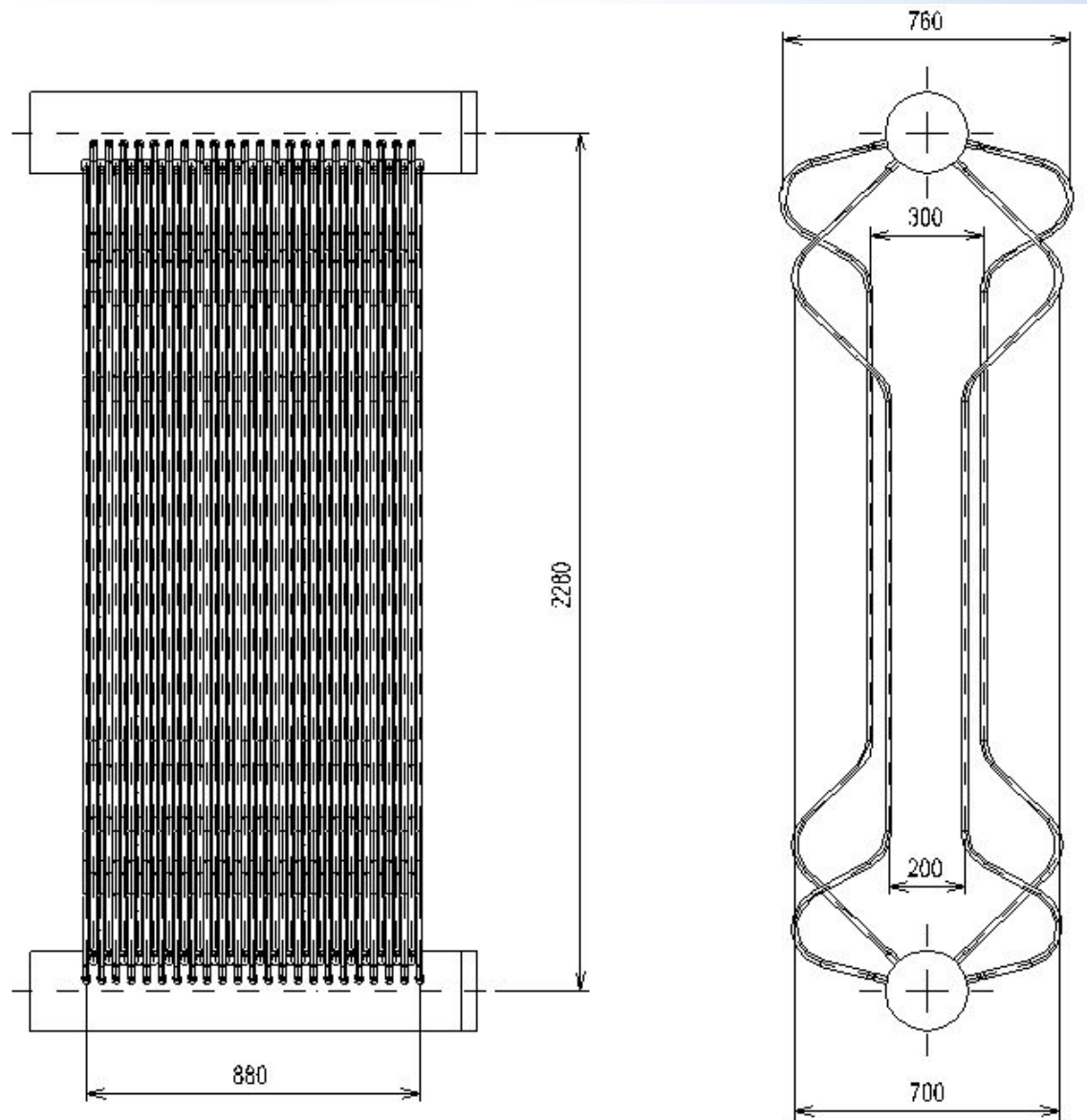
Теплообменники  
аварийного расхолаживания  
(ТОАР)

JNB10/20/30/40AC001/.../016.

Предназначены для  
передачи тепла от  
парогенераторов к запасу  
охлаждающей воды,  
находящейся в баке  
аварийного отвода тепла  
(БАОТ)

JNB10/20/30/40BB001.

Отвод тепла к конечному  
поглотителю от баков  
аварийного отвода тепла  
JNB10/20/30/40BB001  
осуществляется путем  
выпаривания воды в баках в  
течение как минимум первых  
24 часов от начала аварии.



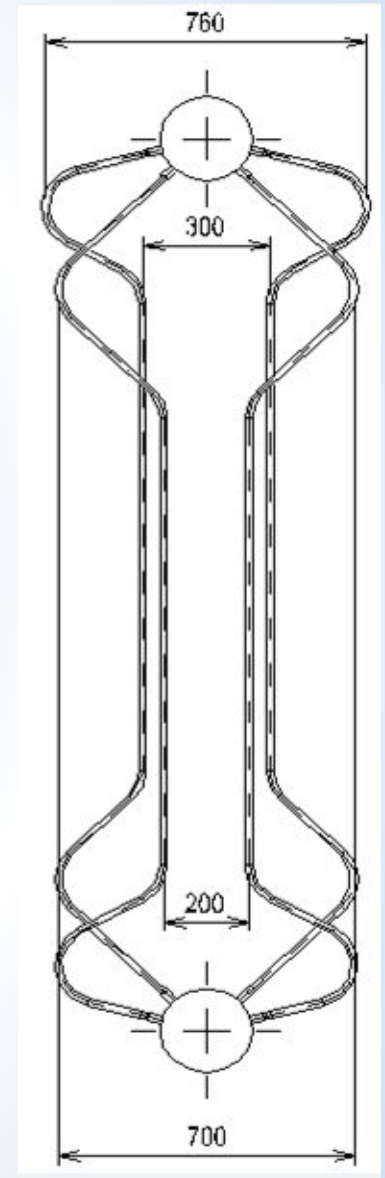
# Теплообменники аварийного расхолаживания

Теплообменный пучок каждой секции ТОАР JNB10/20/30/40АС001/.../016 состоит из 96 изогнутых трубок 16\*1,5 мм.

Теплообменные пучки соединены верхним подводящим и нижним отводящим коллекторами. Расстояние между коллекторами составляет 2,28 м. При этом средняя длина трубки каждой теплообменной секции ТОАР составляет 2,58 м.

Площадь наружной теплопередающей поверхности трубочки каждой секции ТОАР JNB10/20/30/40 АС001/.../016 составляет 12,5 м<sup>2</sup>.

Таким образом, общая теплопередающая поверхность каждого из четырех каналов СПОТ ПГ составляет 225 м<sup>2</sup>.

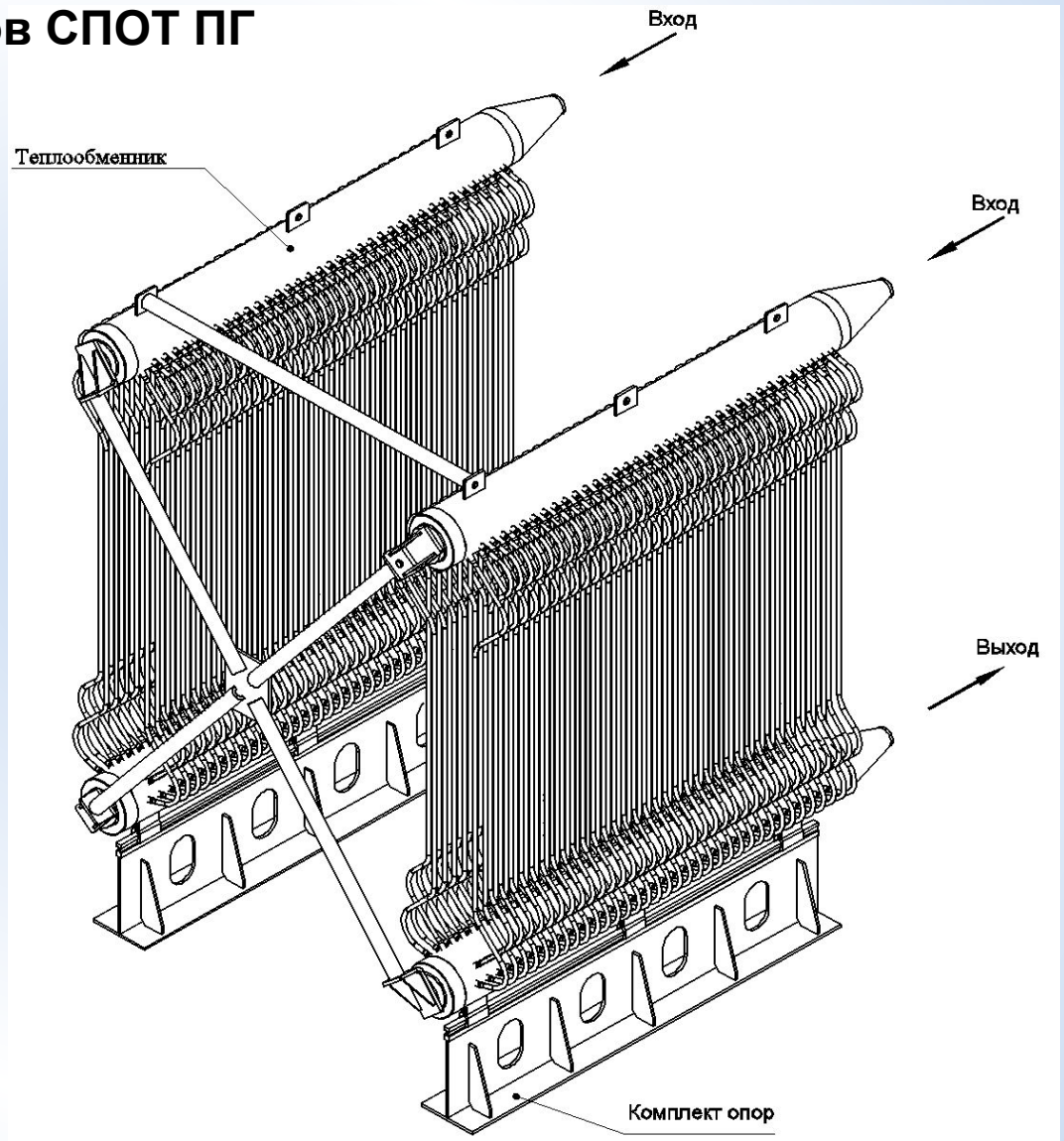




# КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ

## Эскиз блока теплообменников СПОТ ПГ

Наименование	Значение
Количество теплообменных секций в канале, шт	16
Количество технологических каналов СПОТ ПГ, шт	4
Максимальная тепловая мощность канала, МВт	25 (клапан Ду 27) 115 (клапан Ду 133)
Площадь поверхности теплообмена теплообменной секции, м <sup>2</sup>	14,1
Площадь поверхности теплообмена канала, м <sup>2</sup>	~ 254



# Теплообменники аварийного расхолаживания

## Проектные параметры теплообменника ТОАР одного канала

Наименование	Величина
Максимальная тепловая мощность, МВт	25 (клапан Ду 27) 115 (клапан Ду 133)
Рабочая среда: – в трубках – в межтрубном пространстве	пар, конденсат вода
Максимальное давление пара на входе в теплообменник, МПа	7,0 – 7,1
Давление охлаждающей воды в БАОТ, МПа	0,098 – 0.15
Давление расчетное в трубках, МПа	8,1
Максимальное давление пара на входе в теплообменник, МПа	7,0 – 7,1
Температура, °С: – пара – конденсата	287,0 287,0
Температура воды в БАОТ, °С	5 - 115
Температура расчетная в трубках, °С	308

# Теплообменники аварийного расхолаживания

## Проектные параметры теплообменника ТОАР одного канала

Наименование	Величина
Назначенный срок службы теплообменников СПОТ ПГ	Не менее 60 лет
Назначенный ресурс теплообменников СПОТ ПГ	не менее 480000 ч при назначенном сроке службы не менее 60 лет.
Время непрерывной работы теплообменников СПОТ ПГ без непосредственного обслуживания не менее 16000 ч	допускается проведение технического обслуживания и ремонта.

# Баки аварийного отвода тепла

Баки аварийного отвода тепла JNB10/20/30/40BV001 предназначены для хранения запаса охлаждающей воды необходимой для проектного функционирования систем пассивного отвода тепла JMP и JNB.

Количество, шт	4
Тип - железобетон, облицованный нержавеющей сталью	
Полный объем воды, м <sup>3</sup>	538
Температура воды, °С	5- 115
Давление воды в БАОТ, МПа	0,098 – 0.15

# ТОЧКИ КОНТРОЛЯ СИСТЕМЫ

Замеряемый технологический параметр	Наименование параметра
давление в паровом коллекторе СПОТ ПГ	МПа
температура в паровом коллекторе СПОТ ПГ	°С
температура в трубопроводе конденсата СПОТ ПГ	°С
температура в БАОТ,	°С
уровень воды в БАОТ	М
температура среды в паросбросном коллекторе	°С

# ЗАЩИТЫ И БЛОКИРОВКИ СИСТЕМЫ

Оборудование	Описание защит и блокировок
<p>Задвижка отсечная на паропроводах и трубопроводах конденсата между ПГ и теплообменниками СПОТ ПГ                      JNB10AA801, JNB10AA802                      JNB20AA801, JNB20AA802                      JNB30AA801, JNB30AA802                      JNB40AA801, JNB40AA802</p>	<p>Нормально открыта.</p> <p>Управляется дистанционно оператором с БПУ/РПУ и автоматически.</p> <p>Автоматически закрывается по любому из сигналов:</p> <p style="padding-left: 40px;">пусковые клапаны JNB10/20/30/40AA101, JNB10/20/30/40AA102 закрыты, а температура в любом из 8 подводящих трубопроводов (точки контроля JNB10/20/30/40СТ008.. JNB10/20/30/40СТ015) выше 100°C (уставка по температуре уточняется),</p> <p style="padding-left: 40px;">повышение гамма-фона в паропроводе своего ПГ более <math>10^{-4}</math> Р/ч,</p> <p style="padding-left: 40px;">пусковые клапаны JNB10/20/30/40AA101, JNB10/20/30/40AA102 закрыты и рост температуры и давления в помещениях СПОТ (уставки по давлению и температуре уточняются).</p>

# ЗАЩИТЫ И БЛОКИРОВКИ СИСТЕМЫ

Оборудование	Описание защит и блокировок
<p>Малый «пусковой» клапан</p> <p>JNB10AA102</p> <p>JNB20AA102</p> <p>JNB30AA102</p> <p>JNB40AA102</p>	<p>Нормально закрыты.</p> <p>Управляется оператором с БПУ и РПУ, а также автоматически.</p> <p>Автоматически открываются:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>при ЗПА с полным обесточиванием АЭС по факту исходного события с задержкой на включение дизель- генераторов 30 с.;</li><li>при ЗПА с полной потерей питательной воды по сочетанию сигналов: «запуск аварийных питательных насосов (АПЭН) по снижению уровня в ПГ более 900 мм от номинального» и «отсутствие расхода в напорных трубопроводах и трубопроводах рециркуляции АПЭН с временной задержкой 120 с»;</li><li>при ЗПА с течью теплоносителя 1-го контура и отказом всех БРУ-А по совпадению сигналов: «наличие любого из сигналов: уменьшение запаса до кипения в любой из горячих ниток петель до 8 °С;</li><li>увеличение избыточного давления под оболочкой до 30 кПа (при отсутствии разрыва паропровода)» и «отсутствие увеличения температуры пара в трубопроводе за регулирующей арматурой всех БРУ-А с временной задержкой 20 с».</li></ul>

# ЗАЩИТЫ И БЛОКИРОВКИ СИСТЕМЫ

Оборудование	Описание защит и блокировок
<p>Большой «пусковой» клапан</p> <p>JNB10AA101</p> <p>JNB20AA101</p> <p>JNB30AA101</p> <p>JNB40AA101</p>	<p>Нормально закрыты.</p> <p>Управляется оператором с БПУ и РПУ, а также автоматически.</p> <p>Автоматически открываются:</p> <p>при ЗПА с течью теплоносителя 1-го контура и отказом CAOЗ ВД по сочетанию сигналов: «наличие любого из сигналов: уменьшение запаса до кипения в любой из горячих ниток петель до 8 °С; увеличение избыточного давления под оболочкой до 30 кПа (при отсутствии разрыва паропровода)» и «температура теплоносителя в любой из «горячих» ниток петель более 150 °С»</p> <p>и «отсутствие расхода в напорных линиях и линиях рециркуляции трех из четырех насосов ВД с временной задержкой 40 с»;</p> <p>при ЗПА с течью теплоносителя из 1-го во 2-й контур с отказом всех БРУ-А по сочетанию сигналов: «формирование сигнала на запуск автоматического алгоритма управления аварией «течь из 1-го во 2к»»</p> <p>и «отсутствие увеличения температуры пара в трубопроводе за регулирующей арматурой БРУ-А неаварийных ПГ с временной задержкой 20 с»</p>



# ЗАЩИТЫ И БЛОКИРОВКИ СИСТЕМЫ

Оборудование	Описание защит и блокировок
<p>Насос рециркуляции воды БАОТ</p> <p>JNB60AP001</p> <p>JNB70AP001</p>	<p>Режим работы периодический.</p> <p>Насос управляется оператором с БЩУ и по месту.</p> <p>Разрешением на пуск насоса является наличие одного из следующих сигналов:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>открыта арматура JNB61AA101 и JNB51AA101 либо</li><li>открыта арматура JNB62AA101 и JNB52AA101.</li></ul> <p>Автоматически насос должен отключается в случае прохождения одного из сигналов:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>падение давления на всасе ниже минимально допустимого;</li><li>максимальное увеличение напора насоса;</li><li>снижение напора насоса до 2/3 от номинального;</li><li>задвижки на напоре не открыты, с выдержкой времени 60 секунд;</li><li>перегрузка электродвигателя по току на 30%,</li><li>температура подшипников более 80°C.</li></ul>

# ЗАЩИТЫ И БЛОКИРОВКИ СИСТЕМЫ

Оборудование	Описание защит и блокировок
Насос рециркуляции воды БАОТ JNB70AP001	<p>Режим работы периодический.</p> <p>Насос управляется оператором с БЩУ и по месту.</p> <p>Разрешением на пуск насоса является наличие одного из следующих сигналов:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>открыта арматура JNB71AA101 и JNB53AA101 либо</li><li>открыта арматура JNB72AA101 и JNB54AA101.</li></ul> <p>Автоматически насос должен отключается в случае прохождения одного из сигналов:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>падение давления на всасе ниже минимально допустимого;</li><li>максимальное увеличение напора насоса;</li><li>снижение напора насоса до <math>2/3</math> от номинального;</li><li>задвижки на напоре не открыты, с выдержкой времени 60 секунд;</li><li>перегрузка электродвигателя по току на 30%,</li><li>температура подшипников более 80°C.</li></ul>

# ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ JNB ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И НАРУШЕНИИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОБЛОКА

При работе блока на мощности, а также при нарушениях нормальных условий эксплуатации, система JNB находится в режиме ожидания (в состоянии готовности на случай возникновения ЗПА).

В данных режимах готовность системы обеспечиваются за счет:

- контроля состояния компонентов;
- готовности баков аварийного отвода тепла (наличия уровня воды в баках);
- поддержания в помещениях размещения электроприводных механизмов требуемого температурного режима.

# ПРОЕКТНЫЕ АВАРИИ

При протекании проектных аварий функционирования системы JNB не требуется. Система JNB находится в режиме ожидания.

## **ЗПА (ОТКАЗ ВСЕХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРИ СОХРАНЕНИИ ПЛОТНОСТИ ПЕРВОГО КОНТУРА)**

**Отказ всех источников электроснабжения переменного тока при сохранении плотности первого контура.**

При возникновении исходного события срабатывает аварийная защита реактора. Рост давления во втором контуре приводит к срабатыванию БРУ-А (или к однократному срабатыванию ИПУ ПГ при отказе БРУ-А). Автоматическое включение в работу СПОТ ПГ происходит по факту незапуска дизель-генераторов при обесточивании реакторной установки путем открытия пускового клапана Ду 27 (JNB10/20/30/40AA102). БРУ-А закрываются после того, как уровень остаточных тепловыделений становится равным мощности, отводимой СПОТ ПГ. Время выхода СПОТ ПГ на стационарное значение отводимой мощности после открытия клапана, составляет примерно 600 сек. Начинается прогрев охлаждающей воды БАОТ до кипения. В результате генерации пара в объеме БАОТ начинается постепенное понижение уровня воды в баке. Объем запасенной воды БАОТ в 3-х каналах СПОТ является достаточным для расхолаживания реакторной установки в течение 24 часов с начала аварии.

# ЗПА (ПОЛНАЯ ПОТЕРЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ)

## Полная потеря питательной воды.

При возникновении исходного события – потеря основной питательной воды, по соответствующим сигналам автоматики срабатывает аварийная защита реактора. Рост давления во втором контуре приводит к периодическому срабатыванию БРУ-А парогенераторов, находящихся в режиме поддержания давления. Происходит постепенное снижение уровня воды в парогенераторах до уставки включения аварийной подпитки ПГ. При возникновении дополнительного отказа – потеря аварийной питательной воды, происходит автоматическое включение в работу СПОТ ПГ путем открытия пускового клапана Ду 27 (JNB10/20/30/40AA102) . БРУ-А ПГ закрываются после того, как мощность теплового потока, поступающего во 2-й контур, становится равным мощности, отводимой СПОТ ПГ. Начинается прогрев охлаждающей воды БАОТ до кипения. В результате генерации пара в объеме БАОТ начинается постепенное понижение уровня воды в баке. Объем запасенной воды БАОТ в 3-х каналах СПОТ является достаточным для расхолаживания реакторной установки в течение 24 часов с начала аварии.

# **ЗПА (ОТКАЗ АКТИВНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ)**

## **Отказ активных систем безопасности.**

В случае невозможности отвода тепла от 2-го контура с помощью активной системы безопасности – БРУА или системы нормальной эксплуатации – БРУК при аварийном расхолаживании реакторной установки выполняется либо автоматический запуск СПОТ ПГ по сигналам защит и блокировок, либо оператор с БПУ дистанционно включает систему пассивного отвода тепла от парогенератора путем открытия пускового клапана Ду 133 (JNB10/20/30/40 AA101). После прогрева воды БАОТ, в результате генерации пара начинается постепенное снижение уровня теплоносителя в баке. В результате функционирования СПОТ ПГ осуществляется отвод тепла от реакторной установки со снижением давления в 1-м и 2-м контурах.

# ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ

Система JNB является техническим средством преодоления ЗПА . Состоит из четырех полностью независимых каналов производительностью 4x33,3%.

В режиме ожидания система находится в постоянной готовности к выполнению своих функций в случае возникновения ЗПА.

Элементы системы расположенные за пределами защитной оболочки защищены от внешних воздействий и стихийных явлений (землетрясений, ураганов, ударных волн, падения самолета и экстремальных температур). Для элементов системы, размещенных за пределами защитной оболочки, обеспечены доступ и условия для проведения визуального контроля, а также технического обслуживания и возможных, при работе реактора на мощности, ремонтов не прибегая к останову блока.

Физическое разделение каналов исключает зависимые отказы, а также влияние любых видов работ, выполняемых на оборудовании одного из каналов (ремонт, техническое обслуживание).

Качественный анализ системы показывает, что она удовлетворяет предъявляемым нормативными документами требованиям по безопасности и обеспечивает выполнение своих функций при требующих ее работы режимах.



# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните назначение системы JNB
2. Назовите классификацию оборудования системы
3. Опишите функциональные требования к системе пассивного отвода тепла через ПГ
4. Опишите технологическую схему системы JNB
5. Назовите характеристики основного оборудования
6. Опишите конструкцию оборудования системы JNB
7. Назовите места размещения оборудования
8. Изложите контроль технологических параметров системы
9. Поясните защиты и блокировки системы
10. Опишите работу системы JNB при нормальной эксплуатации и нарушении нормальной эксплуатации энергоблока
11. Опишите работу системы JNB при проектной аварии
12. Опишите работу системы JNB при ЗПА связанной с отказом всех источников электроснабжения переменного тока при сохранении плотности первого контура
13. Опишите работу системы JNB при ЗПА связанной с отказом активных систем безопасности
14. Поясните оценку безопасности системы JNB