



РОСЭНЕРГОАТОМ  
**КОЛЬСКАЯ  
АЭС**

# Защиты реакторного отделения

**Инструктор УТП Болдецкий Л.П.**

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

**Изучение данной темы позволит  
понимать для чего предназначены  
защиты.**

## Цели обучения

Конечная цель обучения:

**По окончании обучения обучаемый сможет объяснить назначение защит реакторного отделения.**

# Цели обучения

Промежуточные цели обучения:

**ПЦО 1.**

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)	
1.	Увеличение уровня мощности реактора до аварийной уставки в рабочем диапазоне, величина уставки равна:	Ндоп+12%Нпов	Не отключаемая	Предел выбран для обеспечения сохранности первого и второго барьеров - топливной матрицы и оболочек твэлов. Значение предела выбрано из условия непревышения предельной мощности кассеты. К нарушению данного предела могут привести исходные события, сопровождающиеся быстрым подъемом мощности (нарушения реактивности и распределения мощности, увеличение отвода тепла со стороны второго контура)	
	2 ТА	При 6 ГЦН;			110 % Нпов
		При 5 ГЦН (уставка вводится с задержкой времени 20 с);			87 % Нпов
		При 4 ГЦН (уставка вводится с задержкой времени 40 с);			72 % Нпов
		При 3 ГЦН (уставка вводится с задержкой времени 60 с).			56 % Нпов
	1 ТА	При 4-6 ГЦН			61 % Нпов
		При 3 ГЦН			56 % Нпов

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
2	Уменьшение периода разгона реактора в рабочем диапазоне	$T \leq 10\text{с}$	Не отключаемая	Предел выбран для исключения выхода реактора в состояние с реактивностью, близкой к границе управляемости цепной реакцией деления (близкой к состоянию критичности на мгновенных нейтронах). К нарушению данного предела могут приводить исходные события с неконтролируемым вводом положительной реактивности
3	Уменьшение периода разгона реактора в пусковом диапазоне	$T \leq 20\text{с}$		

# Описание



№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
4	Увеличение уровня мощности в пусковом диапазоне до аварийной уставки для соответствующего уровня мощности в пусковом диапазоне	14 % Nпов	Не отключаемая	Предел выбран для обеспечения сохранности первого и второго барьеров - топливной матрицы и оболочек твэлов. Значение предела выбрано из условия не превышения предельной мощности кассеты. К нарушению данного предела могут привести исходные события, сопровождающиеся быстрым подъемом мощности (нарушения реактивности и распределения мощности, увеличение отвода тепла со стороны второго контура)

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
5	Уменьшение давления на выходе из реактора	95 кгс/см <sup>2</sup>	Шунт по НКВ АРК	<p>Предел выбран из условия обеспечения отвода тепла от активной зоны без возникновения кризиса теплообмена. Достижение предела приводит к условиям кипения теплоносителя на выходе из максимально напряженных кассет активной зоны.</p> <p>К нарушению данного предела могут привести исходные события, сопровождающиеся снижением давления в первом контуре:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- отказы системы поддержания давления в первом контуре;</li><li>- потеря плотности системы первого контура;</li><li>- увеличение отвода тепла со стороны второго контура.</li></ul>



# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
6	Совпадение двух сигналов: снижение уровня в компенсаторе давления до 3260 мм от днища и снижение давления на выходе из реактора до 120 кгс/см <sup>2</sup>	120 кгс/см <sup>2</sup> 3260 мм	Шунт по НКВ АРК	Защита АЗ при течах первого контура

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
7	Снижение уровня в компенсаторе давления до 2760 мм от днища.	2760 мм	Шунт по НКВ АРК	Предел выбран из условия обеспечения запаса теплоносителя в первом контуре для отвода тепла от активной зоны без возникновения кризиса теплообмена. К нарушению данного предела могут привести исходные события, сопровождающиеся уменьшением объема теплоносителя в первом контуре (потеря теплоносителя первого контура), увеличением отвода тепла со стороны второго контура, нарушениями в работе системы подпитки-продувки

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
8	Повышение давления на выходе из реактора до 140 кгс/см <sup>2</sup> .	140 кгс/см <sup>2</sup>	Шунт по НКВ АРК	<p>Предел установлен с целью обеспечения целостности корпуса реактора, оборудования и трубопроводов первого контура исходя из требований проектной и нормативной документации.</p> <p>Уставки открытия ИПУ КД, кгс/см<sup>2</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- контрольного - 147;</li><li>- рабочего - 149</li></ul>

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
9	Повышение температуры воды в двух и более «горячих» нитках петель до 313 °С	313 °С	Шунт по НКВ АРК	Предел выбран для обеспечения целостности оболочек твэлов. Достижение предела приводит к кипению теплоносителя на выходе из кассет с энергонапряженностью $K_q > 1$ активной зоны (или сектора активной зоны). К нарушению данного предела могут привести исходные события, сопровождающиеся ростом температуры теплоносителя первого контура в результате быстрого подъема мощности (нарушения реактивности и распределения мощности, снижение расхода теплоносителя через реактор, снижение теплоотвода со стороны второго контура)

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
10	<p>Отключение четырех и более ГЦН с выдержкой времени 3,0 с</p> <p><i>Признак отключенного ГЦН: потребляемая мощность электродвигателя ГЦН менее 0,55NНОМ или ΔРГЦН &lt; 2,0 кгс/см<sup>2</sup></i></p>	<p><math>N_{гцн} &lt; 0.55N_{ном}</math> <math>\Delta P_{ГЦН} &lt; 2,0</math> кгс/см<sup>2</sup></p>	<p>Шунт по НКВ АРК</p>	<p>Нарушение теплоотвода со стороны 1-го контура</p>

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
11	Увеличение перепада давления на реакторе до величины 3,75 кгс/см <sup>2</sup>	3,75 кгс/см <sup>2</sup>	Шунт по НКВ АРК	Установлен с целью защитить топливную сборку кассеты АРК от всплытия в режимах с нарушениями целостности элементов внутрикорпусных устройств реактора. Предел выбран по значению перепада давления на реакторе, при котором имеется запас до всплытия ТВС АРК

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
12	Закрытие любых двух из четырех стопорных клапанов последней работающей турбины	КВ СК 2 из 4	Шунт по НКВ АРК Ключ выбора работающего ТГ 4SAB001M на пульте Б3а	Нарушение теплоотвода со стороны 2-го контура.
			Ввод П.36.3 ГЭП-01 (Б-5) После набора 30-50 МВт на первом пускаемом ТГ П.30 ГЭП-01(Б-6) После выхода на ХХ и снятия всех характеристик второго ТА при мощности не более 51%Nпов	
			Вывод П. 42 ГЭП-03 (Б-2) Перед закрытием СК первого останавливаемого ТА при мощности не более 51%Nпов П.43 ГЭП-03 (Б-3) После разгрузки второго останавливаемого ТГ до 25-30 МВт	

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
13	<p>Понижение уровня воды в любых двух работающих парогенераторах до -450 мм от номинального.</p> <p><i>Признак работающего ПГ работающий ГЦН.</i></p>	<p>- 450 мм. в двух ПГ</p>	<p>Шунт по НКВ АРК</p>	<p>Предел выбран из условия обеспечения запаса воды в ПГ, необходимого для отвода тепла от первого контура и обеспечивающего не повреждение трубок ПГ при упуске уровня. Обеспечение не превышения данного предела осуществляется работой АЗ и ПЗ-1. При этом уставка ПЗ-1 (минус 200 мм от номинального уровня) выбрана из условия не оголения трубки физическим уровнем и, соответственно, предопределяет целостность (соблюдение условий прочности) теплообменных труб, а уставка АЗ (минус 450 мм от номинального уровня) соответствует критическому значению потери воды в ПГ, необходимой для съема тепла от реактора. К нарушению данного предела могут привести исходные события, связанные с потерей питательной воды (отключение питательных насосов, разрыв трубопровода питательной воды, полное прекращение подачи основной и аварийной питательной воды в результате полного обесточивания, включая электропитание от ДГ)</p>



# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
14	Понижение давления в любом полуколлекторе главного парового коллектора до $35 \text{ кгс/см}^2$	$35 \text{ кгс/см}^2$	Шунт по НКВ АРК и $T_{\text{гор.}} < 250^\circ \text{C}$ НИТОК Ключ 4SAB002M на пульте Б3а	Запроектные скорости расхолаживания, Возникновение повторной критичности после срабатывания АЗ.
			Ввод автоматически при температуре в двух и более «горячих» нитках петель более $250^\circ \text{C}$	
			Вывод П.7 ГЭП-03 при $T_{1\text{к.}} < 250^\circ \text{C}$	

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
15	<p>Отключение всех питательных насосов с задержкой времени 10 секунд</p> <p><i>Признак отключения работающего ПЭН: отключение выключателя электродвигателя ПЭН.</i></p>	<p>5 из 5 выключателей в положение «отключено»</p>	<p>Шунт по НКВ АРК. Ключ 4SAC001M на пульте Б7а</p>	<p>Осушение ПГ, потеря охлаждения АЗ со стороны 2-го контура.</p>
			<p>Ввод П.62 ГЭП-01 (Б-5) После нагружения первого ТГ до 220 МВт</p>	
			<p>Вывод П.30 ГЭП-03 (Б-3) После перехода на «байпасные» РП при N=100 МВт</p>	

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
16	Увеличение избыточного давления в боксе парогенераторов до 0,1 кгс/см <sup>2</sup>	0,1 кгс/см <sup>2</sup>	Шунт по НКВ АРК	Большая течь 1-го контура

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
17	Повышение уровня в компенсаторе давления до 8000 мм от днища	8000 мм.	Шунт по НКВ АРК	Предел выбран из условия обеспечения охлаждения активной зоны при исходных событиях с увеличением объёма теплоносителя в первом контуре.

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
18	Потеря питания двух из трех каналов аварийной защиты по любому из факторов АЗ любого комплекта защит	2 из 3	Не отключаемая	Потеря контроля. Требование ПБЯ

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
19	Потеря питания 220В постоянного тока на двух вводах силовых секций СУЗ		Не отключаемая	Потеря контроля и силового питания. Требование ПБЯ

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
20	Потеря питания 220В постоянного тока оборудования исполнительной части АЗ-ПЗ на двух вводах.		Не отключаемая	Потеря контроля и силового питания. Требование ПБЯ

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
21	Потеря питания 220В постоянного тока на двух секциях оперативного питания СУЗ		Не отключаемая	Потеря контроля и силового питания. Требование ПБЯ



# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
22	Неработоспособность двух каналов измерения АКНП любого диапазона любого комплекта защит		Не отключаемая	Потеря контроля. Требование ПБЯ

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
23	Неработоспособность двух каналов формирования АЗ любого комплекта защит		Не отключаемая	Потеря контроля и управления. Требование ПБЯ

# Описание

№	ЗАЩИТА	УСТАВКИ СРАБАТЫВАНИЯ	ВВОД- ВЫВОД	ЧТО ЗАЩИЩАЕТ (ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ)
24	Сейсмическое воздействие на РУ	Достижение модуля вектора ускорения значения срабатывани я уставки $A_0=0,015g$ ( $0,15 \text{ м/с}^2$ ).	Ключи вывода в опробование: SAB-1 (SAB-2) пан. Б-31, пан. Б-33, пан. Б-35  В период опытно- промышленной эксплуатации СИАЗ работает на «сигнал» (без формирования сигнала на аварийный останов РУ)	Разрушение технологических систем и строительных конструкций.

# Заключение



Конечная цель обучения:

# Заключение



Промежуточные цели обучения: