

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-1
--------------------	---	--------------------	-----------

12.1.11 СИСТЕМА ОТВОДА ОСТАТОЧНОГО ТЕПЛА (JNA)

Дата	08.2016
Зам. ГИП	 Ю.Л. Ермакович
Нормоконтроль	 А.А. Дмитриев
Проверил	 В.В. Андреев
Разработал	 К.А. Зайцев
Всего листов	47

СОДЕРЖАНИЕ

12.1.11.1 Проектные основы	3
12.1.11.1.1 Назначение и функции системы	3
12.1.11.1.2 Проектные режимы и исходные данные.....	5
12.1.11.1.2.1 Нормальная эксплуатация	5
12.1.11.1.2.1.1 Работа на мощности.....	5
12.1.11.1.2.1.2 Расхолаживание реакторной установки.....	5
12.1.11.1.2.1.3 Ремонтное расхолаживание реакторной установки	6
12.1.11.1.2.1.4 Работа системы при пуске блока	6
12.1.11.1.2.2 Нарушения нормальных условий эксплуатации.....	6
12.1.11.1.2.3 Проектные аварии	6
12.1.11.1.3 Принципы проектирования и обеспечения безопасности	8
12.1.11.1.4 Требования к связанным системам	9
12.1.11.1.5 Требования к компоновке	10
12.1.11.2 Проект системы	10
12.1.11.2.1 Описание технологической схемы	10
12.1.11.2.2 Описание элементов	12
12.1.11.2.3 Описание использованных материалов	13
12.1.11.2.4 Защита от превышения давления	13
12.1.11.2.5 Размещение оборудования	14
12.1.11.2.6 Отключение системы.....	14
12.1.11.3 Управление и контроль работы системы.....	14
12.1.11.3.1 Требования к АСУ ТП.....	14
12.1.11.3.2 Точки контроля.....	15
12.1.11.3.3 Описание защит и блокировок.....	24
12.1.11.4 Испытания и проверки.....	29
12.1.11.5 Анализ проекта.....	29
12.1.11.5.1 Показатели надежности системы	29
12.1.11.5.1.1 Показатели надежности системы в целом	29

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	134
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-2
--------------------	---	--------------------	-----------

12.1.11.5.1.1.1 Сведения о расчетных программах и исходные данные	34
12.1.11.5.1.1.2 Результаты расчета показателей надежности системы	34
12.1.11.5.1.1.2.1 Результаты расчета по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур».....	34
12.1.11.5.1.1.2.2 Результаты расчета по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур в ГЭСС3»	35
12.1.11.5.1.1.2.3 Результаты расчета по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя в ГЭСС3».....	37
12.1.11.5.1.1.2.4 Результаты расчета по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя».....	38
12.1.11.5.1.1.2.5 Результаты расчета по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур».....	39
12.1.11.5.1.1.2.6 Результаты расчета по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур в ГЭСС3»	40
12.1.11.5.1.1.2.7 Результаты расчета по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя в ГЭСС3».....	42
12.1.11.5.1.1.2.8 Результаты расчета по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя».....	43
2.1.11.5.1.1.2.9 Выводы по результатам расчетов	45
12.1.11.5.2 Нормальная эксплуатация	45
12.1.11.5.2.1 Работа на мощности	45
12.1.11.5.2.2 Расхолаживание реакторной установки.....	45
12.1.11.5.2.3 Ремонтное расхолаживание реакторной установки.....	45
12.1.11.5.2.3 Работа системы при пуске блока	45
12.1.11.5.3 Нарушения нормальных условий эксплуатации	45
12.1.11.5.4 Проектные аварии	45
12.1.11.5.5 Функционирование системы при внешних воздействиях	45
12.1.11.5.6 Анализ безопасности проекта системы.....	46
12.1.11.5.7 Сравнение с аналогичными проектами.....	46
12.1.11.6 Выводы.....	47

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	135
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-3
--------------------	---	--------------------	-----------

12.1.11.1 Проектные основы

12.1.11.1.1 Назначение и функции системы

Система отвода остаточного тепла JNA предназначена для отвода остаточных тепловыделений и расхолаживания реакторной установки во время нормального останова станции, в режимах нарушения нормальных условий эксплуатации и при проектных авариях, при условии сохранения целостности первого контура совместно с системой JNG-1.

Также, система отвода остаточного тепла JNA предназначена для защиты первого контура от сверхдавления в режимах расхолаживания и отвода остаточных тепловыделений при низких температурах первого контура.

В соответствии ОПБ-88/97 система отвода остаточного тепла по назначению является системой безопасности, по влиянию на безопасность - важной для безопасности, а по характеру выполняемых функций - защитной системой безопасности.

Все элементы системы отвода остаточного тепла относятся ко второму классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение 2НЗ, к группе В по ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. 1) и первой категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение I на технологической схеме.

Трубопроводы и арматура локализирующих групп, относятся ко второму классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение 2Л, группе В по ПНАЭ Г-7-008-89 и первой категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение I на технологической схеме.

Классификационное обозначение элементов системы в зависимости от выполняемых ими функций представлено на технологической схеме системы JNA - смотри рисунок 12.1.11.1.1.

Система JNA имеет связи со следующими системами:

- системой теплоносителя первого контура (JEC);
- системой аварийного впрыска низкого давления (JNG-1);
- системой охлаждения топливного бассейна (FAK);
- системой сбора протечек теплоносителя реактора (JET);
- системой аварийного электроснабжения;
- системой контроля и управления;
- системой вентиляции и охлаждения помещений.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	136
---------------------------------------	--	-----

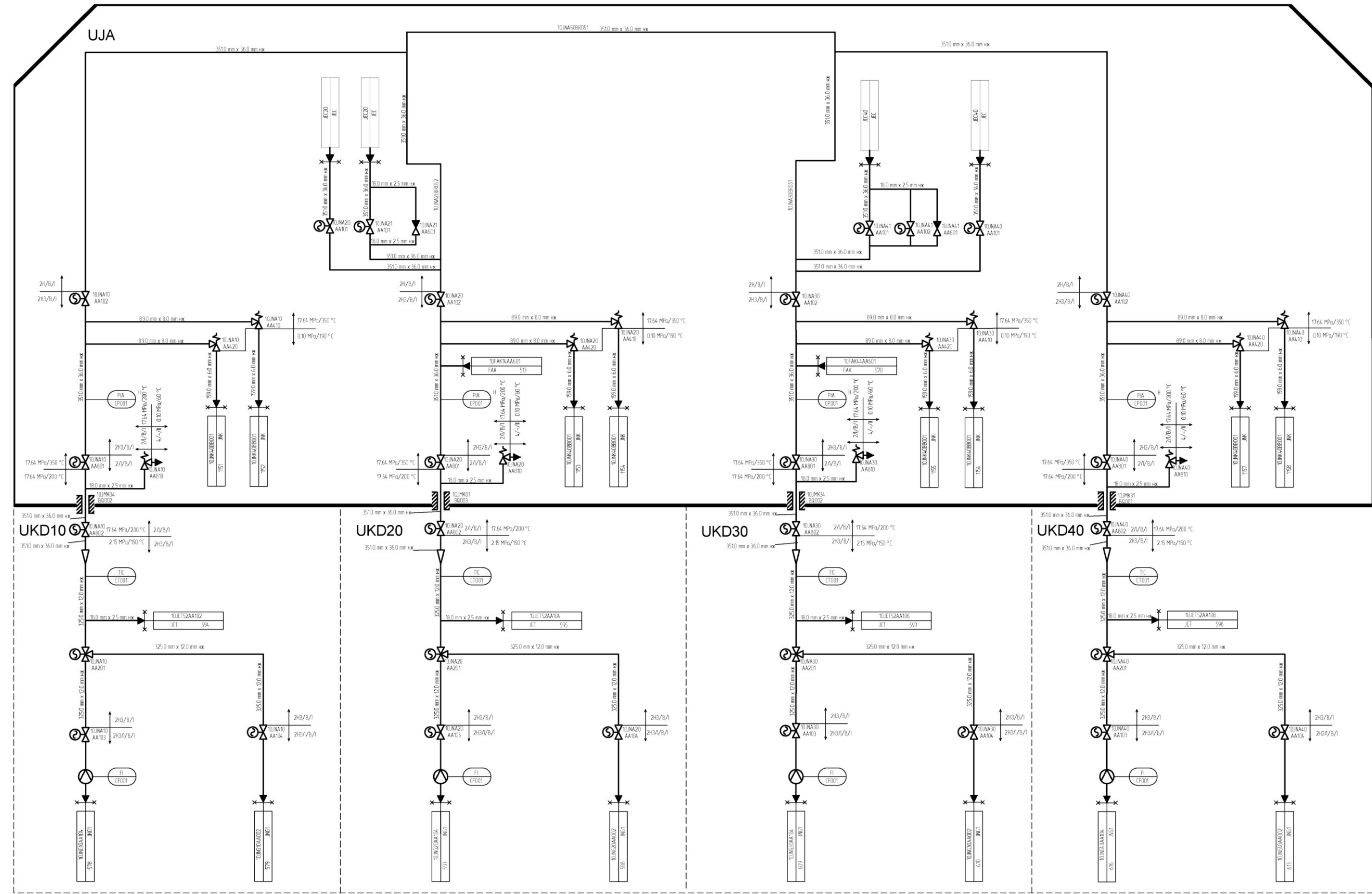


Рисунок 12.1.11.1.1 - Технологическая схема системы отвода остаточного тепла JNA

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-5
--------------------	---	--------------------	-----------

12.1.11.1.2 Проектные режимы и исходные данные

12.1.11.1.2.1 Нормальная эксплуатация

12.1.11.1.2.1.1 Работа на мощности

При работе реактора на мощности работа системы JNA не требуется. Система отключена от первого контура закрытыми задвижками JNA20, 40AA101, JNA10(20, 30, 40)AA102, JNA21, 41AA101, JNA10(20, 30, 40)AA801, 802, положение которых контролируется с БПУ.

12.1.11.1.2.1.2 Расхолаживание реакторной установки

Плановое расхолаживание

До достижения температуры в первом контуре 130 °С и давления 2,0 МПа расхолаживание реакторной установки производится сбросом пара в конденсаторы турбины через БРУ-К.

При температуре первого контура около 150 °С начинаются работы по подключению системы отвода остаточного тепла, совместно с системой впрыска низкого давления, для выполнения функции расхолаживания первого контура.

Производится прогрев трубопроводов и оборудования систем за счет сброса теплоносителя первого контура в дренажные линии систем JET и КТА.

При этом сброс пара в конденсаторы турбины продолжается и заканчивается при температуре в первом контуре около 130 °С.

При достижении требуемых температур трубопроводов и оборудования оператор задает уставку расхолаживания теплоносителя первого контура регулятору клапана JNA10(20, 30, 40)AA201 30 °С/ч и открывает локализирующую арматуру по всему тракту расхолаживания JNA10(20, 30, 40)AA801 и JNG10(20, 30, 40)AA802.

Регулятор также ограничивает охлаждение теплоносителя в теплообменнике системы JNG-1 таким образом, чтобы разность температур теплоносителя возвращаемого в первый контур и теплоносителя первого контура в холодной петле не превышала 50 °С.

Далее оператор открывает задвижки по ходу движения среды:

- на линиях вывода теплоносителя первого контура JNA20, 40AA101 JNA10(20, 30, 40)AA102;
- на линиях подачи среды через теплообменник аварийного и планового расхолаживания JNA10(20, 30, 40)AA103;
- на байпасе теплообменника аварийного и планового расхолаживания JNA10(20, 30, 40)AA104.

После этого оператор переводит в режим автоматического управления регулирующей клапан JNA10(20, 30, 40)AA201 и включает насос аварийного впрыска низкого давления JNG10(20, 30, 40)AP001.

Таким образом, отвод остаточных тепловыделений и расхолаживание реакторной установки осуществляется по следующему замкнутому контуру: реактор (активная зона) – ГЦТ - трубопровод JNA - теплообменник аварийного и планового расхолаживания и байпас данного теплообменника – насос аварийного впрыска низкого давления - напорный трубопровод системы JNG-1 – ГЦТ - реактор (активная зона).

После достижения температуры в первом контуре, равной 60 °С, отключаются ГЦНА, регулятору расхолаживания изменяют задание. Он устанавливается на режим поддержания постоянной температуры на выходе из активной зоны реактора.

При отводе тепла при плановом расхолаживании в работе находится не менее двух каналов системы JNA и JNG-1, в работе два ГЦНА.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	138
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-6
--------------------	---	--------------------	-----------

По условиям защиты реактора от хрупкого разрушения, не менее двух каналов системы должны быть подключены к первому контуру до снятия крышки реактора.

При ТТО с топливом допускается работа одного канала по схеме планового расхолаживания без превышения допустимых температур теплоносителя (при температуре промконтуров охлаждения 33 °С).

При несанкционированном повышении давления в первом контуре выше расчетного давления при низких температурах и создания угрозы разрушения первого контура по причинам хрупкой прочности, функцию защиты первого контура (совместно с предохранительными клапанами компенсатора давления) выполняют предохранительные клапаны системы JNA.

Аварийное расхолаживание Работа системы аналогична режиму планового расхолаживания, за исключением того, что расхолаживание реакторной установки до температуры в первом контуре 130 °С и давления 2,0 МПа может производиться через БРУ-А, а также временем подключения систем JNG-1/JNA с момента останова реактора к первому контуру для расхолаживания РУ.

12.1.11.1.2.1.3 Ремонтное расхолаживание реакторной установки

При отводе тепла по схеме ремонтного расхолаживания в работе находится один или два канала системы JNA.

Циркуляция теплоносителя через активную зону реактора осуществляется следующим образом: теплоноситель отводится из нижней камеры, а возвращается в верхнюю камеру смешения реактора.

Для этого закрываются задвижки на выводе теплоносителя из горячих петель первого контура - JNA20, 40AA101 и открываются на выводе из холодных петель первого контура – JNA21, 41AA101. На линиях возврата теплоносителя закрываются задвижки JNG10(20, 30, 40)AA103 и открываются JNG15(25, 35, 45)AA101.

12.1.11.1.2.1.4 Работа системы при пуске блока

При подготовке к пуску реакторной установки после перегрузки топлива в работе находятся не менее двух каналов JNA, которые совместно с системой аварийного впрыска низкого давления JNG-1 обеспечивают отвод остаточных тепловыделений от активной зоны, а также защиту реактора от превышения давления при низких температурах.

После сборки реактора, заполнения первого контура и парогенераторов по второму контуру, происходит отключение контура отвода остаточных тепловыделений и расхолаживания первого контура.

После этого система находится в режиме ожидания на случай исходного события, требующего ее работы.

12.1.11.1.2.2 Нарушения нормальных условий эксплуатации

При нарушениях нормальных условий эксплуатации система JNA совместно с системой JNG-1 обеспечивает перевод блока в холодное состояние.

Работа системы аналогична режиму расхолаживания представленному в 12.1.11.1.2.1.2 ОООб.

12.1.11.1.2.3 Проектные аварии

При проектных авариях, не связанных с разуплотнением первого контура система JNA совместно с системой JNG-1 обеспечивает перевод блока в холодное состояние.

Работа системы аналогична режиму расхолаживания, представленному в 12.1.11.1.2.1.2 ОООб, за исключением ограничений, связанных с протеканием конкретной

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	139
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-7
--------------------	---	--------------------	-----------

аварии. При этом не устанавливаются жесткие требования к скорости расхолаживания и времени перевода реакторной установки в холодное состояние.

Исходные данные

Для определения требуемых характеристик и параметров системы по выполнению функций безопасности должны учитываться следующие исходные данные:

- в режиме аварийного расхолаживания РУ, при условии сохранения целостности первого контура, два канала системы (совместно с системой JNG-1) должны обеспечивать отвод тепла 84 МВт при температуре воды в промконтуре 33 °С;

- в режиме планового расхолаживания РУ два канала системы (совместно с системой JNG-1) должны обеспечивать отвод тепла 77 МВт при температуре воды в промконтуре 33 °С;

- в соответствии с требованиями [1] система должна обеспечивать расхолаживания РУ при температуре первого контура от 130 °С до 60 °С со скоростью расхолаживания до 30 °С/ч (в начальный период расхолаживания) при работающих ГЦНА и 15 °С/ч при естественной циркуляции. Разность температуры теплоносителя и температуры воды подаваемой в первый контур должна быть не более 50 °С.

- в соответствии с требованиями [1] в режиме планового или аварийного расхолаживания РУ система должна обеспечивать забор теплоносителя из "горячей" нитки петель № 2 и № 4 с расходом до 1800 м³/ч;

- в соответствии с требованиями [1] в режиме ремонтного расхолаживания система должна обеспечивать температуру теплоносителя на выходе из реактора не более 70 °С в течение неограниченного времени при расходе в контуре расхолаживания не менее 750 м³/ч, после выдержки реактора не менее 36 часов с момента его останова;

- в соответствии с требованиями [1] в режиме ремонтного расхолаживания система должна обеспечивать забор теплоносителя из «холодной» нитки петель № 2 и № 4;

- в соответствии с требованиями [1] в режиме проведения транспортно - технологической операции при перегрузках топлива система должна обеспечивать температуру теплоносителя на выходе из реактора не более 60 °С при расходе в контуре расхолаживания не менее 750 м³/ч;

- в соответствии с требованиями [1] в режиме проведения транспортно - технологической операции при перегрузках топлива система должна обеспечивать забор теплоносителя из «горячей» нитки петель № 2 и № 4;

- после расхолаживания РУ в режиме проведения транспортно - технологической операции при перегрузках топлива и в режиме ремонтного расхолаживания один канал системы (совместно с системой JNG-1) должен обеспечивать отвод остаточных тепловыделений от активной зоны не более 22 МВт и 17 МВт (соответственно) при температуре воды в промконтуре 33 °С;

- в соответствии с требованиями [1] система должна обеспечивать защиту оборудования и трубопроводов первого контура от превышения давления при низкой температуре за счет установки предохранительных клапанов на линиях вывода теплоносителя из первого контура, настроенных на срабатывание при давлении 2,45 МПа;

- в целях защиты первого контура от сверхдавления при низких температурах должно быть подключено к первому контуру не менее двух каналов системы JNA, по крайней мере, в течение 72 часов с момента останова реактора;

- при выполнении функции расхолаживания и отвода остаточных тепловыделений система рассматривается как граница контура теплоносителя реактора при низком давлении;

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	140
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-8
--------------------	---	--------------------	-----------

- в режиме перегрузки при полной или аварийной выгрузке активной зоны, в случае отказа одного из каналов системы охлаждения топливного бассейна ФАК, один канал систем JNG-1/JNA, совместно с одним каналом системы охлаждения топливного бассейна ФАК, должны обеспечивать отвод тепла от топливного бассейна 19,5 МВт и поддержание температуры воды в топливном бассейне не более 60 °С при температуре воды в промконтуре 33 °С;

- система должна иметь возможность периодического испытания и опробования, а также опробования отдельных ее узлов и элементов без нарушения условий нормальной эксплуатации;

- система должна иметь возможность вывода в ремонт на длительный срок ее элементов в составе одного канала при работе реактора на мощности.

12.1.11.1.3 Принципы проектирования и обеспечения безопасности

Система отвода остаточного тепла спроектирована в соответствии со следующими нормативными документами:

- Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97) НП-001-97;
- Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций (ПБЯ РУ АС – 89) НП-082-07;
- Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. 1);
- Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций НП-031-01;
- Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования. НП-068-05;
- Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок ПНАЭГ-7-002-86;
- Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения. ПНАЭГ-7-009-89 (с изм. 1);
- Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля. ПНАЭГ-7-010-89 (с изм. 1);
- Требования к программе обеспечения качества для атомных станций НП-011-99;
- Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций СП АС-03;
- Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций ПРБ АС-99.
- НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности»;
- НПБ 114-02 "Противопожарная защита атомных станций. Нормы проектирования".

При проектировании системы учитывались следующие принципы обеспечения безопасности:

- принцип единичного отказа;
- принцип резервирования;
- принцип разделения;
- принцип включения в работу.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	141
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-9
--------------------	---	--------------------	-----------

Принцип единичного отказа

Принцип единичного отказа выполняется за счет канального построения системы. В соответствии со структурой построения защитных систем безопасности система имеет четыре независимых физически разделенных канала. Наличие четырех каналов допускает вывод одного из четырех каналов в ремонт на длительный срок. Производительность каждого канала составляет 50 %. Выполнение функций безопасности обеспечивается при работе двух каналов системы. Так как система отвода остаточного тепла по характеру выполняемых функций не имеет зависимость от исходного события отказа, с учетом независимого от исходного события отказа в одном канале два работоспособных канала обеспечивают выполнение системой своих функций в полном объеме.

Согласно принятым проектным характеристикам оборудования, двух работоспособных каналов достаточно для осуществления системой проектных функций в полном объеме.

Принцип резервирования

Система отвода остаточного тепла выполнена четырехканальной. Такая кратность резервирования в системе позволяет с учетом вывода в ремонт одного канала и с учетом принципа единичного отказа обеспечить выполнения функции безопасности. Принцип резервирования применен также в отношении отдельных активных элементов канала, переключение которых требуется на различных стадиях. Например, установлена дублирующая арматура на линиях вывода теплоносителя, закрытие которой обеспечивает надежное отключение системы от первого контура. Применение резервной арматуры уменьшает вероятность выхода из строя каналов системы.

Принцип разделения

Для исключения зависимых отказов, а также для исключения влияния любых видов работ, выполняемых на оборудовании одного из каналов (ремонт, техническое обслуживание), на другие каналы, оборудование отдельных каналов системы вне герметичной оболочки размещается в разных, физически разделенных помещениях, а внутри герметичной оболочки трубопроводы каналов системы пространственно разнесены. Каналы полностью независимы друг от друга: независимы технологические части, системы управления, обеспечивающие системы, места расположения оборудования, трубопроводов, кабелей, элементов управления и т.д. Таким образом, благодаря физическому разделению каналов, отказ в одном канале не может привести к отказу в другом канале.

Принцип включения в работу

Включение системы в работу осуществляется оператором. Включение системы в работу оператором происходит:

- при расхолаживании реакторной установки во время нормального останова станции;
- в режимах нарушения нормальных условий эксплуатации и при проектных авариях, при условии сохранения целостности первого контура.

12.1.11.1.4 Требования к связанным системам

Система JNA имеет связи со следующими системами:

- системой теплоносителя первого контура (JEC);
- системой аварийного впрыска низкого давления (JNG-1);
- системой сбора протечек теплоносителя реактора (JET);
- системой охлаждения топливного бассейна (FAK);

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	142
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-10
--------------------	---	--------------------	------------

- системой аварийного электроснабжения;
- системой контроля и управления;
- системой вентиляции и охлаждения помещений.

Из перечисленных систем для обеспечения работоспособности системы JNA необходимо функционирование следующих систем:

- системы аварийного электроснабжения;
- системы контроля и управления;
- системы вентиляции и охлаждения помещений.

Система аварийного электроснабжения должна обеспечивать электропитанием электроприводные компоненты системы JNA во всех проектных режимах. Описание системы аварийного электроснабжения представлено в главе 8 ОООб.

Система контроля и управления должна обеспечивать: логическое дискретное (автоматическое) управление (блокировки, пошаговые программы), технологические защиты оборудования, дистанционное управление, сбор и обработку информации о состоянии системы, технологическую, предупредительную и аварийную сигнализацию, регистрацию, протоколирование, архивирование и представление ретроспективной информации о технологических параметрах, переключениях в системе, работе автоматики. Описание системы контроля и управления представлено в главе 7 ОООб;

Система вентиляции и охлаждения помещений, в которых расположено оборудование системы JNA, должна обеспечивать поддержание параметров окружающей среды, необходимых для работы оборудования системы. Описание системы вентиляции представлено в разделе 9.7 ОООб.

12.1.11.1.5 Требования к компоновке

Компоновка системы и взаимное расположение компонентов выполнены с учетом следующих требований:

- часть трубопроводов и арматуры должна размещаться внутри защитной оболочки, а другая часть трубопроводов, арматуры и оборудование системы JNA - в отдельных, изолированных один от другого огнестойкими физическими барьерами помещениях здания безопасности.

- трубопроводы каждого канала, размещенные в пределах защитной оболочки, должны трассироваться в разных частях защитной оболочки, для исключения их одновременного повреждения.

- для оборудования, размещенного за пределами защитной оболочки, должен быть обеспечен доступ и условия для проведения технического обслуживания и ремонтов при работе реактора на мощности.

- компоновка системы должна быть выполнена таким образом, чтобы отказы в системах нормальной эксплуатации не приводили к нарушениям в работе системы, а также отказ одного канала системы не должен приводить к отказу других каналов через системы вентиляции, строительные конструкции, транспортные пути, каналы охлаждающей воды и кабельные коммуникации.

12.1.11.2 Проект системы

12.1.11.2.1 Описание технологической схемы

Технологическая схема системы отвода остаточного тепла представлена на рисунке 12.1.11.1.1.

Система состоит из четырех одинаковых и полностью независимых один от другого каналов JNA10, JNA20, JNA30, JNA40.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	143
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-11
--------------------	---	--------------------	------------

В каждом канале предусматриваются:

- регулирующий клапан JNA10(20, 30, 40)AA201;
- арматура;
- трубопроводы.

С учетом требований, изложенных в 12.1.11.1.3 ОООб производительность каждого канала соответствует 50 % производительности системы, т.е. во всех аварийных режимах сохраняют работоспособность два канала системы. Таким образом, система отвода остаточного тепла имеет структуру 4х50 % каналов.

На трубопроводе каждого канала системы, соединяющего первый контур с системой JNG1 установлены:

- запорная арматура JNA20,40AA101, JNA10,20, 30, 40)AA102, JNA21,31AA101, предназначенная для отключения системы JNA от системы охлаждения реактора при давлении в реакторе более 2,0 МПа;
- запорная арматура JNA41AA102, предназначенная для прогрева систем JNA/JNG перед началом расхолаживания.
- предохранительные клапаны JNA10(20, 30, 40)AA410, 420, предназначенные для защиты реактора от избыточного давления при низких температурах (ниже 130 °С) и для защиты оборудования и трубопроводов самой системы отвода остаточного тепла и спринклерной системы от превышения давления выше допустимого.
- локализирующая арматура JNA10(20, 30, 40)AA801 в защитной оболочке и JNA10(20, 30, 40)AA802 вне защитной оболочки (при пересечении трубопроводами защитной оболочки);
- предохранительные клапаны JNA10(20, 30, 40)AA810, предназначенные для защиты локализирующей группы от превышения давления сверх допустимого.
- трехходовой регулирующий клапан JNA10(20, 30, 40)AA201 для регулирования скорости расхолаживания РУ со скоростью 30 °С/час, обеспечения не превышения разности между температурой подаваемой среды в первый контур и температурой теплоносителя первого контура 50 °С, поддержания постоянной температуры теплоносителя при перегрузке активной зоны реактора и для поддержания температуры в топливном бассейне при выполнении системой данной функции;
- запорная арматура JNA10,20, 30, 40AA103, 104, предназначенные для отключения системы отвода остаточного тепла от системы аварийного впрыска низкого давления.
- JNA21,41AA601 обратные клапаны установленные в байпас JNA21,41AA101 для защиты от превышения давления на участке ограниченном задвижками JNA20(40)AA101, JNA10(20,30,40)AA102. Поскольку указанный участок может прогреваться снаружи за счёт парогазовой среды внутри герметичного объема в аварийных условиях с течами в пределах герметичного объема.

Система JNA подключена к первому контуру следующим образом: всасывающие трубопроводы JNA10, JNA20, JNA30, JNA40 подключаются к коллектору, который двумя трубопроводами подключен к петле № 20 и № 40 первого контура, причем подключение выполнено как к холодным, так и к горячим ниткам ГЦК.

Для организации циркуляции теплоносителя в системе JNA и для отвода тепла от активной зоны реактора используются насосы и теплообменники системы аварийного впрыска низкого давления JNG-1.

Трубопровод Ду300 каждого канала JNA10,20, 30, 40 подключается к всасывающему трубопроводу насоса соответствующего канала системы JNG-1. Подключение выполнено как через теплообменник аварийного и планового расхолаживания, так и по байпасу его. Данное решение позволяет регулировать скорость расхолаживания первого контура, не изменяя расхода теплоносителя.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	144
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-12
--------------------	---	--------------------	------------

Система используется также для отвода тепла от расхолаженного реактора при проведении ремонтов оборудования реакторной установки (например, ГЦНА). В этом случае эти каналы подсоединяются к первому контуру так, что в реакторе создается поток теплоносителя, противоположный нормальному направлению.

Сброс воды от предохранительных клапанов JNA10(20,30,40)AA410,420 осуществляется в баки-приямки JNG10,40BB001, трубопроводы сброса заведены за перекрытие баков-приямков под уровень.

Состояние арматуры системы в режимах ожидания и аварии приведены в таблице 12.1.11.2.

Активные элементы системы отвода остаточного тепла обеспечиваются электропитанием второй категории надежности САЭ. В качестве источника электропитания второй категории надежности используются резервные дизель-электрические станции (РДЭС). Локализирующая арматура обеспечивается электропитанием первой группы надежности САЭ. В качестве источника электропитания первой группы надежности используются аварийные аккумуляторные батареи.

12.1.11.2.2 Описание элементов

Трубопроводы

Трубопроводы системы отвода остаточного тепла отвечают требованиям ПНАЭ Г-7-008-89. Все трубопроводы выполнены из нержавеющей стали аустенитного класса. Все соединения деталей трубопроводов – сварные.

Применяются трубопроводы высокого давления специального изготовления, плакированные нержавеющей сталью изнутри.

Dy, мм	DнхS, мм
300	351х36

Применяется следующий сортамент трубопроводов высокого давления, согласно ОСТ.24.125.01-89:

Dy, мм	DнхS, мм
80	89х8
10	14х2

Применяется следующий сортамент трубопроводов низкого давления, согласно СТО 79814898 101-2008:

Dy, мм	Dн х S, мм
300	325х12
150	159х6
15	18х2.5

Рабочие параметры трубопроводов системы представлены на технологической схеме системы JNA - смотри рисунок 12.1.11.1.

Арматура

Арматура в системе отвечает требованиям «Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования. НП-068-05». Арматура выполнена из нержавеющей стали аустенитного класса. Все соединения сварные.

Трехходовой регулирующий клапан JNA10(20, 30, 40)AA201 предназначен для поддержания скорости расхолаживания первого контура 30 °С/ч.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	145
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-13
--------------------	---	--------------------	------------

Также регулирующей клапан обеспечивает непревышение разности между температурой подаваемой среды и температурой теплоносителя первого контура 50 °С.

12.1.11.2.3 Описание использованных материалов

Выбор материала оборудования осуществляется с учетом требуемых физико-механических характеристик, технологичности, свариваемости, а также способности работать в условиях проектных характеристик рабочей среды, а при необходимости, в условиях применения дезактивирующих растворов, в течение всего срока службы.

Выбор материалов элементов системы отвода остаточного тепла осуществлен с учетом:

- функций системы;
- качества борированной воды;
- условий окружающей среды в помещениях, где располагаются элементы системы.

В качестве основного материала трубопроводов, оборудования, арматуры в системе принята коррозионностойкая сталь аустенитного класса.

12.1.11.2.4 Защита от превышения давления

Оборудование и трубопроводы системы, работающие при низком давлении, защищены от превышения давления в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-008-89 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок».

Предохранительный клапан JNA10(20, 30, 40)AA410(420) предназначены для защиты реактора от избыточного давления при низкой температуре по условиям хрупкой прочности и для защиты оборудования и трубопроводов самой системы отвода остаточного тепла и спринклерной системы защитной оболочки от превышения давления выше допустимого.

Основа для выбора производительности предохранительных клапанов:

- работают два канала системы JNA;
- три из четырех предохранительных клапанов работоспособны (отказ одного клапана в соответствии с критерием единичного отказа);
- в работе два насоса КВА20, 30AP001 при полностью открытых регулирующих клапанах на напоре насосов, которые в данном положении обеспечивают максимальную производительность 2x36,8 кг/с и три насоса КВА51, 52, 53AP001 с максимальной производительностью 3x1,8 кг/с.

Таким образом, производительность каждого клапана по воде составляет $79:3 = 26,4$ кг/с (95,1 т/ч).

Предохранительные клапаны состоят из двух последовательно соединенных предохранительных клапанов в одном корпусе. При обычной работе первый клапан (предохранительный) закрыт и обеспечивает защиту от превышения давления. Второй клапан (изолирующий), установленный после первого, настроен на более низкое давление и, следовательно, открыт. В случае нарушения работы первого клапана, когда не происходит его обратной посадки, второй клапан закрывается и предохраняет, таким образом, от неконтролируемой аварии с потерей теплоносителя первого контура.

Каждый из клапанов имеет две независимые системы управления - возможность открытия/закрытия от пружинного управляющего клапана и от электромагнитного управляющего клапана. Сигнал на срабатывание электромагнита первого (предохранительного) клапана подается от системы защиты станции и может быть подан от оператора. Сигнал на срабатывание электромагнита второго (изолирующего) клапана подается от оператора.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	146
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-14
--------------------	---	--------------------	------------

Клапан имеет следующие характеристики:

- | | |
|--|------------|
| - расчетное давление | 17,60 МПа; |
| - давление открытия первого (предохранительного) клапана | 2,45 МПа; |
| - давление закрытия первого (предохранительного) клапана | 2,30 МПа; |
| - давление закрытия второго (изолирующего) клапана | 1,87 МПа; |
| - давление закрытия первого (предохранительного) клапана | 1,80 МПа; |
| - Максимальная пропускная способность клапана | ~104 т/ч. |

Давление полного открытия обеспечивает не превышения расчетного давления трубопроводов в соответствии с действующим нормативным документом ПН АЭ Г -7 - 008 89.

12.1.11.2.5 Размещение оборудования

Часть оборудования системы, включая трубопроводы и арматуру, размещается внутри защитной оболочки, а другая часть оборудования системы трехходовые регулирующие клапаны, арматура, трубопроводы - размещена в отдельных, изолированных один от другого огнестойкими физическими барьерами, помещениях здания безопасности.

Трубопроводы каждого канала трассируются в разных частях защитной оболочки, что исключает их одновременное повреждение.

Для арматуры, размещенной за пределами защитной оболочки, обеспечены доступ и условия для проведения технического обслуживания и ремонтов при работе реактора на мощности.

Компоновка системы выполнена таким образом, что отказы в системах нормальной эксплуатации не приводят к нарушениям в работе системы, а также отказ одного канала системы не приводит к отказу других каналов через системы вентиляции, строительные конструкции, транспортные пути, каналы охлаждающей воды и кабельные коммуникации.

12.1.11.2.6 Отключение системы

Отключение системы производится по сигналам из СКУ АЭС. Отключается насосный агрегат аварийного впрыска низкого давления JNG10-40AP001. Арматура приводится в исходное состояние.

12.1.11.3 Управление и контроль работы системы

12.1.11.3.1 Требования к АСУ ТП

Для обеспечения контроля, регулирования и управления основным технологическим процессом в системе отвода остаточного тепла, для поддержания параметров, характеризующих протекание процессов в пределах, заданных проектом, предусматриваются системы управления и контроля.

В основу проектирования систем управления и контроля для системы JNA положено выполнение следующих требований:

- обеспечение выполнения технологической системой заданных функций во всех режимах требующих ее работы;
- обеспечение дистанционного и автоматического управления элементами, имеющими электропривод;
- выдача оператору информации по технологическим параметрам, а также состоянию и положению элементов;
- обеспечение предупредительной и аварийной сигнализации в случае отклонения параметров от номинальных значений;
- обеспечение резервного управления элементами необходимыми для безопасного останова энергоблока.
- обеспечение сохранности оборудования.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	147
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-15
--------------------	---	--------------------	------------

В соответствии с принятыми решениями построения технологической системы, управление и контроль выполнены четырехканальными с территориальным, информационным и электрическим разделением средств автоматизации в пределах канала систем безопасности.

Управляющая система безопасности выполняет следующие функции:

- осуществляет непрерывный контроль исправности системы контроля и управления, позволяет проводить периодические проверки ее функционирования совместно с оборудованием, формирует и регистрирует сигналы возникновения неисправностей;
- осуществляет контроль за работой технологического оборудования и представляет информацию оперативному персоналу;
- формирует автоматические управляющие воздействия на технологическое оборудование в соответствии с заданными алгоритмами;
- реализует выполнение команд защиты УСБ и дистанционного управления;
- обеспечивает приоритет команд управления.

12.1.11.3.2 Точки контроля

Для управления системой и получения информации об ее состоянии при эксплуатации предусматривается измерение ряда технологических параметров.

Основные точки технологического контроля в системе отвода остаточного тепла JNA:

- давление выводимого теплоносителя из первого контура;
- температура выводимого теплоносителя из первого контура;
- расход выводимого теплоносителя из первого контура;

Места установки датчиков представлены на технологической схеме системы JNA - смотри рисунок 12.1.11.1.1.

Перечень контролируемых параметров системы JNA представлен в таблице 12.1.11.3.2.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	148
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-16
--------------------	---	--------------------	------------

Таблица 12.1.11.3.2 - Перечень контролируемых параметров системы JNA

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классификационное обозначение по НП-001-97	Группа по ПНЭ Г-7-008-89	Категория сейсмостойкости по НП-031-01	Регистрация	Отображение/сигнализация			Участия в защитах и блокировках	Участие в автоматическом управлении
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
10JNA10CF001	Расход на линии подключения перед теплообменником JNG	0/250 кг/с	2НЗЛ	В	I	+	-	+/+	+	+	-
10JNA10CG410	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA10CG410S	Сигнализация закрытого положения ручного клапана HV		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA10CG420	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA10CG420S	Сигнализация закрытого положения ручного клапана HV		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	149
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-17
--------------------	---	--------------------	------------

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классификационное обозначение по НП-001-97	Группа по ПНЭ Г-7-008-89	Категория сейсмостойкости по НП-031-01	Регистрация	Отображение/сигнализация			Участия в защитах и блокировках	Участие в автоматическом управлении
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
10JNA10CP001	Давление на линии от общего коллектора к теплообменнику JNG	0/2.5 МПа	2НЗ	В	I	+	-	+/+	-	-	-
10JNA10CT001	Температура на выходе из гермооболочки	0/150 °С	2НЗ	В	I	+	-	+/+	+	-	-
10JNA10ЕК410	Сигнализация о не исправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA10ЕК420	Сигнализация о не исправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	150
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-18
--------------------	---	--------------------	------------

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классификационное обозначение по НП-001-97	Группа по ПНЭ Г-7-008-89	Категория сейсмостойкости по НП-031-01	Регистрация	Отображение/сигнализация			Участия в защитах и блокировках	Участие в автоматическом управлении
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
10JNA20CF001	Расход на линии подключения перед теплообменником JNG	0/250 кг/с	2НЗЛ	В	I	+	-	+/+	+	+	-
10JNA20CG410	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA20CG410S	Сигнализация закрытого положения ручного клапана HV		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA20CG420	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA20CG420S	Сигнализация закрытого положения ручного клапана HV		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA20CP001	Давление на линии от общего коллектора к теплообменнику JNG	0/2.5 МПа	2НЗ	В	I	+	-	+/+	-	-	-

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	151
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-19
--------------------	---	--------------------	------------

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классификационное обозначение по НП-001-97	Группа по ПНЭ Г-7-008-89	Категория сейсмостойкости по НП-031-01	Регистрация	Отображение/сигнализация			Участия в защитах и блокировках	Участие в автоматическом управлении
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
10JNA20CT001	Температура на выходе из гермооболочки	0/150 °С	2НЗ	В	I	+	-	+/+	+	-	-
10JNA20ЕК410	Сигнализация о не исправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA20ЕК420	Сигнализация о не исправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA30CF001	Расход на линии подключения перед теплообменником JNG	0/250 кг/с	2НЗЛ	В	I	+	-	+/+	+	+	-

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	152
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-20
--------------------	---	--------------------	------------

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классификационное обозначение по НП-001-97	Группа по ПНЭ Г-7-008-89	Категория сейсмостойкости по НП-031-01	Регистрация	Отображение/сигнализация			Участия в защитах и блокировках	Участие в автоматическом управлении
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
10JNA30CG410	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA30CG410S	Сигнализация закрытого положения ручного клапана HV		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA30CG420	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA30CG420S	Сигнализация закрытого положения ручного клапана HV		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA30CP001	Давление на линии от общего коллектора к теплообменнику JNG	0/2.5 МПа	2НЗ	В	I	+	-	+/+	-	-	-
10JNA30CT001	Температура на выходе из гермооболочки	0/150 °С	2НЗ	В	I	+	-	+/+	+	-	-

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	153
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-21
--------------------	---	--------------------	------------

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классификационное обозначение по НП-001-97	Группа по ПНЭ Г-7-008-89	Категория сейсмостойкости по НП-031-01	Регистрация	Отображение/сигнализация			Участия в защитах и блокировках	Участие в автоматическом управлении
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
10JNA30ЕК410	Сигнализация о не исправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA30ЕК420	Сигнализация о не исправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JNA40CF001	Расход на линии подключения перед теплообменником JNG	0/250 кг/с	2НЗЛ	В	I	+	-	+/+	+	+	-
10JNA40CG410	Сигнализация положения предохранительного		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	154
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-22
--------------------	---	--------------------	------------

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классификационное обозначение по НП-001-97	Группа по ПНЭ Г-7-008-89	Категория сейсмостойкости по НП-031-01	Регистрация	Отображение/сигнализация			Участия в защитах и блокировках	Участие в автоматическом управлении
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
	клапана										
10JNA40CG410S	Сигнализация закрытого положения ручного клапана HV		2H3			+	-	+/+	-	-	-
10JNA40CG420	Сигнализация положения предохранительного клапана		2H3			+	-	+/+	-	-	-
10JNA40CG420S	Сигнализация закрытого положения ручного клапана HV		2H3			+	-	+/+	-	-	-
10JNA40CP001	Давление на линии от общего коллектора к теплообменнику JNG	0/2.5 МПа	2H3	B	I	+	-	+/+	-	-	-
10JNA40CT001	Температура на выходе из гермооболочки	0/150 °C	2H3	B	I	+	-	+/+	+	-	-

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	155
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-23
--------------------	---	--------------------	------------

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классификационное обозначение по НП-001-97	Группа по ПНЭ Г-7-008-89	Категория сейсмостойкости по НП-031-01	Регистрация	Отображение/сигнализация			Участия в защитах и блокировках	Участие в автоматическом управлении
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
10JNA40EK410	Сигнализация о не исправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/-	-	-	-
10JNA40EK420	Сигнализация о не исправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/-	-	-	-

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-24
--------------------	---	--------------------	------------

12.1.11.3.3 Описание защит и блокировок

Управление всеми элементами, имеющими электропривод, контроль положения (состояния) элементов, контроль технологических параметров, а также предупредительная и аварийная сигнализация обеспечены системой верхнего блочного уровня (СВБУ) на БПУ и РПУ в полном объеме.

Управление элементами, контроль положения (состояния) элементов, контроль технологических параметров, а также предупредительная и аварийная сигнализация в объеме, обеспечивающем оперативное выполнение системой функций безопасности при неработоспособной СВБУ, выполнены также на панелях резервного управления БПУ и РПУ.

В режимах нормальной эксплуатации, нарушениях условий нормальной эксплуатации и при проектных авариях включение системы в работу осуществляется оператором.

В аварийных режимах дистанционное управление производится:

- на заключительном этапе аварии, когда блок переведен в стационарное, безопасное, расхожденное состояние и имеется возможность вывода из работы избыточного оборудования;

Требования к контрольно-измерительной аппаратуре, информация о резервировании датчиков выполнены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к УСБ, а также связях с управляющими системами безопасности изложены в главе 7 ОООб.

Для автоматического управления системой предусматриваются защиты и блокировки, приведенные в таблице 12.1.11.3.3.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	157
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-25
--------------------	---	--------------------	------------

Таблица 12.1.11.3.3 – Перечень защит, блокировок и действий оператора

Оборудование	Описание защит и блокировок
1	2
Задвижка запорная на трубопроводах вывода теплоносителя JNA20AA101 JNA40AA101 JNA10AA102 JNA20AA102 JNA30AA102 JNA40AA102	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Разрешение на открытие: <ul style="list-style-type: none"> - давление над активной зоной реактора меньше 2,0 МПа или - температура теплоносителя первого контура меньше 150 °С.
Задвижка запорная на трубопроводе вывода теплоносителя при ремонте реакторной установки JNA21AA101 JNA41AA101	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Разрешение на открытие: <ul style="list-style-type: none"> - давление над активной зоной реактора меньше 2,0 МПа или - температура теплоносителя первого контура меньше 150 °С.
Арматура запорная на байпасе запорного клапана JNA41AA102	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Разрешение на открытие: <ul style="list-style-type: none"> - давление над активной зоной реактора меньше 2,0 МПа или температура теплоносителя первого контура меньше 150 °С.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	158
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-26
--------------------	---	--------------------	------------

Оборудование	Описание защит и блокировок
1	2
Клапан предохранительный в составе клапана JNA10(20, 30, 40) AA410(420) JNA10AA411 JNA20AA411 JNA30AA411 JNA40AA411 JNA10AA421 JNA20AA421 JNA30AA421 JNA40AA421	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически клапан открывается и закрывается по сигналам представленным в 12.1.11.2.4 ОООб.
Клапан предохранительный в составе клапана JNA10(20, 30, 40) AA410(420) JNA10AA412 JNA20AA412 JNA30AA412 JNA40AA412 JNA10AA422 JNA20AA422 JNA30AA422 JNA40AA422	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	159
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-27
--------------------	---	--------------------	------------

Оборудование	Описание защит и блокировок
1	2
<p>Клапан регулирующий трехходовой</p> <p>JNA10AA201 JNA20AA201 JNA30AA201 JNA40AA201</p>	<p>Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.</p> <p>Клапан автоматически поддерживает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - заданную скорость расхолаживания первого контура 30 °С, при выключенных ГЦН и 15 °С/ч, при условии не превышение разности между температурой подаваемой среды и температурой теплоносителя первого контура 50 °С; - заданную температуру борированной воды в топливном бассейне при участии системы JNA в отводе остаточного тепла от топливного бассейна; - заданную температуру первого контура на выходе из активной зоны реактора в режиме отвода остаточного тепла от активной зоны.
<p>Локализирующая арматура на трубопроводе вывода теплоносителя из петли (для отсечения оболочки)</p> <p>JNA10AA801 JNA20AA801 JNA30AA801 JNA40AA801 JNA10AA802 JNA20AA802 JNA30AA802 JNA40AA802</p>	<p>Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.</p> <p>Автоматически задвижка закрывается при прохождении аварийного технологического сигнала от системы защиты станции при отсечении герметичной оболочки.</p>

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	160
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-28
--------------------	---	--------------------	------------

Оборудование	Описание защит и блокировок
1	2
<p>Задвижка перед теплообменником системы JNG-1 и на его байпасе</p> <p>JNA10AA103 JNA20AA103 JNA30AA103 JNA40AA103 JNA10AA104 JNA20AA104 JNA30AA104 JNA40AA104</p>	<p>Управляется дистанционно с БПУ/РПУ.</p> <p>Автоматически закрывается и открывается по сигналам от СКУ НЭ:</p> <p>Закрывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу из JNG10(20;30;40)EC001 программы периодических испытаний насоса JNG10(20;30;40)AP001; <p>Открывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу из JNG10(20;30;40)EC001 программы периодических испытаний насоса JNG10(20;30;40)AP001; <p>Разрешение на открытие:</p> <p>Есть всегда</p>

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	161
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-29
--------------------	---	--------------------	------------

12.1.11.4 Испытания и проверки

Изготовление и монтаж оборудования и трубопроводов производятся в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов по безопасности в атомной энергетике и с требованиями рабочей документации.

Контроль качества при изготовлении и монтаже оборудования и трубопроводов проводится службами заводов-изготовителей и монтажных организаций в объеме требований "Программы контроля качества изделий атомной энергетики" (ОСТ 108.004-10-88).

По завершению монтажа проводится техническое освидетельствование оборудования и трубопроводов в соответствии с пунктом 8.2 ПНАЭ Г-7-008-89.

Перед пуском энергоблока, а также после выполнения ремонта системы или отдельного оборудования, проводится полная серия испытаний системы для проверки технических характеристик как системы в целом, так и отдельных ее элементов: трубопроводов и арматуры по рабочим пуско-наладочным программам. Программа пусконаладочных работ по системе представлена в главе 14 ОООб.

В период работы блока на мощности производится периодический осмотр арматуры и трубопроводов.

При обнаружении отказа одного из четырех каналов системы производится его вывод в ремонт на срок до 720 часов после проверки отказавшего элемента в одном из трех других каналов. Блок остается в работе на мощности. При отказе еще одного канала (из трех оставшихся), отказавший канал может быть выведен в ремонт сроком на 72 часа. Два оставшихся канала проходят внеочередное опробование. При этом блок остается в работе на мощности.

Указанное значение (72 часа) было выбрано на основании опыта эксплуатации энергоблоков ВВЭР-1000, ВВЭР-440, и будет обосновано ВАБ на стадии физического пуска реактора.

Гидравлические (пневматические) испытания основных элементов на прочность и плотность производятся в соответствии с пунктами 5.2 и 5.3 ПНАЭ Г-7-008-89.

12.1.11.5 Анализ проекта

12.1.11.5.1 Показатели надежности системы

12.1.11.5.1.1 Показатели надежности системы в целом

Качественный анализ системы с указанием состояния элементов системы в режимах работы и ожидания, возможность восстановления их работоспособности, виды их контроля и отказов, влияние отказов на работоспособность системы приведено в таблице 12.1.11.5.1.1.

Для арматуры системы отвода остаточного тепла (JNA):

- Вероятность безотказной работы за период до капитального ремонта, не менее
- 0,995 на 25 циклов
 - Вероятность безотказной работы электроприводов, за период до капитального ремонта, не менее
- 0,998 на 25 циклов
 - Коэффициент оперативной готовности
- 0,9999
- Согласно НИ-068-05

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	162
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-30
--------------------	---	--------------------	------------

Таблица 12.1.11.5.1.1- Качественный анализ надежности элементов системы

Наименование элемента	Маркировка	Состояние элемента		Вид отказа		Контроль в режиме ожидания	Возможность восстановления элемента		Последствия отказа
		Режим ожидания	режим аварии	режим ожидания	режим аварии		режим ожидания	режим аварии	
Задвижка с электроприводом	JNA20AA101 JNA40AA101	Закрыта	открыта	не открывается	-	периодический 1/год	невосстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ канала
Задвижка с электроприводом	JNA21AA101 JNA41AA101	Закрыта	закрыта	открыта	-	непрерывный	невосстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ канала
Задвижка с электроприводом	JNA41AA102	Закрыта	закрыта	открыта	-	периодический 1/год	невосстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ функции
Обратный клапан	JNA21AA601 JNA41AA601	Закрыта	открыта	открыта	не открывается	периодический 1/год	невосстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ канала
Задвижка с электроприводом	JNA10AA102 JNA20AA102 JNA30AA102 JNA40AA102	Закрыта	открыта	не открывается	-	периодический 1/год	невосстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ канала

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	163
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-31
--------------------	---	--------------------	------------

Наименование элемента	Маркировка	Состояние элемента		Вид отказа		Контроль в режиме ожидания	Возможность восстановления элемента		Последствия отказа
		Режим ожидания	режим аварии	режим ожидания	режим аварии		режим ожидания	режим аварии	
Клапан предохранительный	JNA10AA410 JNA20AA410 JNA30AA410 JNA40AA410	Закрыт	закрыт	ложное открытие	-	постоянный	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	отказ канала
Клапан предохранительный	JNA10AA420 JNA20AA420 JNA30AA420 JNA40AA420	Закрыт	закрыт	ложное открытие	-	постоянный	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	отказ канала
Задвижка с электроприводом	JNA10AA801 JNA20AA801 JNA30AA801 JNA40AA801	Закрыта	открыта	не открывается	-	периодический 1/год	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	отказ канала
Задвижка с электроприводом	JNA10AA802 JNA20AA802 JNA30AA802 JNA40AA802	Закрыта	открыта	не открывается	-	периодический 1/год	восстанавливаемый	восстанавливаемый	отказ канала

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	164
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-32
--------------------	---	--------------------	------------

Наименование элемента	Маркировка	Состояние элемента	Вид отказа	Контроль в режиме ожидания	Возможность восстановления элемента	Последствия отказа	Наименование элемента	Маркировка	Состояние элемента
		Режим ожидания	режим аварии	режим ожидания	режим аварии				Режим ожидания
Клапан регулирующий	JNA10AA201 JNA20AA201 JNA30AA201 JNA40AA201	в промежуточном положении	в соответствии со скоростью расхолаживания	не регулирует	-	периодический 1/месяц	восстанавливаемый	восстанавливаемый	отказ канала
Задвижка с электроприводом	JNA10AA103 JNA20AA103 JNA30AA103 JNA40AA103	Закрыта	открыта	не открывается	-	периодический 1/месяц	восстанавливаемый	восстанавливаемый	отказ канала
Задвижка с электроприводом	JNA10AA104 JNA20AA104 JNA30AA104 JNA40AA104	Закрыта	открыта	не открывается	-	периодический 1/месяц	восстанавливаемый	восстанавливаемый	отказ канала
Клапан предохранительный	JNA10AA810 JNA20AA810 JNA30AA810 JNA40AA810	Закрыт	открыта	ложное открытие	-	периодический 1/год	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	отказ канала

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	165
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-33
--------------------	---	--------------------	------------

Затвор обратный	JNA21AA601 JNA41AA601	Закрыт	Открыт	ложное открытие	Не открывает ся	периоди- ческий 1/год	не восста- навли- ваемый	не восста- навли- ваемый	Отказ канала
-----------------	--------------------------	--------	--------	--------------------	-----------------------	-----------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	166
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-34
--------------------	---	--------------------	------------

12.1.11.5.1.1.1 Сведения о расчетных программах и исходные данные

Моделирование и расчет надежности системы выполнялись с помощью программы Risk Spectrum.

Программа аттестована Ростехнадзором для применения в области вероятностного анализа риска и надежности методом деревьев отказов и деревьев событий (аттестационный паспорт №159 от 28 марта 2003 г.).

Параметры надежности оборудования приведены в таблице 12.1.11.5.1.1.1.

Таблица 12.1.11.5.1.1.1 – Количественные показатели надежности оборудования

Идентификатор параметра в модели	Тип параметра	Значение параметра	Источник информации
VMO	Отказ на открытие/закрытие отсечной задвижки	9,63E-04	Параметр MOV FTO/C, [3]
VWH	Интенсивность отказов регулирующего клапана по функции регулирования	1,60E-05	Параметр VW-H, [4, табл. 3.10.1]
TPTS55.1302	Интенсивность отказов интерфейсного модуля ТПТС55.1302	2,31E-06	Параметр ТРТК55-01 RTM, [5]
TPTS55.1681	Интенсивность отказов модуля регулирования ТПТС55.1681	5,50E-06	Параметр ТРТК55-01 RTM, [5]
TPTS55.1673	Интенсивность отказов модуля индивидуального управления ТПТС55.1673	3,38E-06	Параметр ТРТК55-01 RTM, [5]
TPTS52-2.1718	Интенсивность отказов модуля приоритетного управления ТПТС52-2.1718	6,70E-06	Параметр ТРТК55-01 RTM, [5]

12.1.11.5.1.1.2 Результаты расчета показателей надежности системы

Для каждой функции системы был проведен отдельный расчет с соответствующими критериями успеха.

12.1.11.5.1.1.2.1 Результаты расчета по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур»

Расчет выполнен на основании критерия успеха о том что, функция безопасности считается выполненной, если обеспечена плотность первого контура после срабатывания системы по функции защиты от сверхдавления в режимах расхолаживания и отвода остаточных тепловыделений при низких температурах первого контура.

Использован набор логических условий LHR1. Среднее значение вероятности отказа системы по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур» равно: $1,96 \times 10^{-3}$.

В результате анализа неопределенности получены следующие параметры распределения вероятности отказа системы:

Нижняя граница (5 %) $1,15 \times 10^{-3}$;
Медиана $1,79 \times 10^{-3}$;

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	167
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-35
--------------------	---	--------------------	------------

Верхняя граница (95 %) $3,28 \times 10^{-3}$.

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания величины вероятности реализации, первые 8 сечений) приведены в таблице 12.1.11.5.1.1.2.1.

Таблица 12.1.11.5.1.1.2.1 – Доминирующие минимальные сечения отказов системы по функции расхолаживания активной зоны (с учетом надежности САОЗ НД)

Вероятность	Вклад, %	Базисные события	Описание
9,38E-05	4,78	_JNG10__R	10 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG10__R	10 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG20__R	20 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG20__R	20 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG30__R	30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD30CT30XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG30__R	30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC30CT30XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG40__R	40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG40__R	40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD40CT40XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

Результаты расчетов приведены из документа [6].

12.1.11.5.1.1.2.2 Результаты расчета по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур в ГЭССЗ»

Расчет выполнен на основании критерия успеха о том что, функция безопасности считается выполненной, если обеспечена плотность первого контура после срабатывания системы по функции защиты от сверхдавления в режимах расхолаживания и отвода остаточных тепловыделений при низких температурах первого контура.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	168
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-36
--------------------	---	--------------------	------------

Использован набор логических условий LHR1-3. Среднее значение вероятности отказа системы по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур в ЭСС3» равно: $3,92 \times 10^{-3}$.

В результате анализа неопределенности получены следующие параметры распределения вероятности отказа системы:

Нижняя граница (5 %)	$2,27 \times 10^{-3}$;
Медиана	$3,60 \times 10^{-3}$;
Верхняя граница (95 %)	$6,64 \times 10^{-3}$.

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания величины вероятности реализации, первые 8 сечений) приведены в таблице 12.1.11.5.1.1.2.2.

Таблица 12.1.11.5.1.1.2.2 – Доминирующие минимальные сечения отказов системы по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур в ГЭСС3»

Вероятность	Вклад, %	Базисные события	Описание
1,88E-04	4,79	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	169
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-37
--------------------	---	--------------------	------------

Результаты расчетов приведены из документа [6].

12.1.11.5.1.1.2.3 Результаты расчета по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя в ГЭССЗ»

Расчет выполнен на основании критерия успеха о том что, функция безопасности считается выполненной, если обеспечена плотность первого контура после срабатывания системы по функции защиты от сверхдавления в режимах расхолаживания и отвода остаточных тепловыделений при низких температурах первого контура.

Использованы наборы логических условий HR1_ON_____ESS3 и LTF. Среднее значение вероятности отказа системы по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя в ГЭССЗ» равно: $3,92 \times 10^{-3}$.

В результате анализа неопределенности получены следующие параметры распределения вероятности отказа системы:

Нижняя граница (5 %)	$2,31 \times 10^{-3}$;
Медиана	$3,61 \times 10^{-3}$;
Верхняя граница (95 %)	$6,68 \times 10^{-3}$.

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания величины вероятности реализации, первые 8 сечений) приведены в таблице 12.1.11.5.1.1.2.3.

Таблица 12.1.11.5.1.1.2.3 – Доминирующие минимальные сечения отказов системы по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур в ЭССЗ»

Вероятность	Вклад, %	Базисные события	Описание
1,88E-04	4,79	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG10_30R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	170
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-38
--------------------	---	--------------------	------------

Вероятность	Вклад, %	Базисные события	Описание
1,88E-04	4,79	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
1,88E-04	4,79	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

Результаты расчетов приведены из документа [6].

12.1.11.5.1.1.2.4 Результаты расчета по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя»

Расчет выполнен на основании критерия успеха о том что, функция безопасности считается выполненной, если обеспечена плотность первого контура после срабатывания системы по функции защиты от сверхдавления в режимах расхолаживания и отвода остаточных тепловыделений при низких температурах первого контура.

Использованы наборы логических условий HR1_ON и LTF. Среднее значение вероятности отказа системы по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя» равно: $1,96 \times 10^{-3}$.

В результате анализа неопределенности получены следующие параметры распределения вероятности отказа системы:

Нижняя граница (5 %) $1,17 \times 10^{-3}$;
Медиана $1,80 \times 10^{-3}$;
Верхняя граница (95 %) $3,35 \times 10^{-3}$.

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания величины вероятности реализации, первые 8 сечений) приведены в таблице 12.1.11.5.1.1.2.4.

Таблица 12.1.11.5.1.1.2.4 – Доминирующие минимальные сечения отказов системы по функции «Обеспечение плотности 1 контура» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя»

Вероятность	Вклад, %	Базисные события	Описание
9,38E-05	4,78	_JNG40__R	40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG20__R	20 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG40__R	40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG30__R	30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	171
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-39
--------------------	---	--------------------	------------

Вероятность	Вклад, %	Базисные события	Описание
9,38E-05	4,78	_JNG30__R	30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG20__R	20 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG10__R	10 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	4,78	_JNG10__R	10 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

Результаты расчетов приведены из документа [6].

12.1.11.5.1.1.2.5 Результаты расчета по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур»

Расчет выполнен на основании критерия успеха о том, что функция безопасности считается выполненной, если в режимах расхолаживания и отвода остаточных тепловыделений при низких температурах первого контура осуществляется защита первого контура от сверхдавления при работе одного канала систем JNA и JNG-1.

Использован набор логических условий LHR1. Среднее значение вероятности отказа системы по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур» равно: $1,64 \times 10^{-3}$.

В результате анализа неопределенности получены следующие параметры распределения вероятности отказа системы:

Нижняя граница (5 %)	$9,09 \times 10^{-4}$;
Медиана	$1,47 \times 10^{-3}$;
Верхняя граница (95 %)	$2,78 \times 10^{-3}$.

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания величины вероятности реализации, первые 8 сечений) приведены в таблице 12.1.11.5.1.1.2.5.

Таблица 12.1.11.5.1.1.2.5 – Доминирующие минимальные сечения отказов системы по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур»

Вероятность	Вклад, %	Базисные события	Описание
9,38E-05	5,59	_JNG10__R	10 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,59	_JNG10__R	10 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	172
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-40
--------------------	---	--------------------	------------

Вероятность	Вклад, %	Базисные события	Описание
9,38E-05	5,59	_JNG20__R	20 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,59	_JNG20__R	20 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,59	_JNG30__R	30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD30CT30XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,59	_JNG30__R	30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC30CT30XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,59	_JNG40__R	40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,59	_JNG40__R	40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD40CT40XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

Результаты расчетов приведены из документа [6].

12.1.11.5.1.1.2.6 Результаты расчета по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур в ГЭСС3»

Расчет выполнен на основании критерия успеха о том, что функция безопасности считается выполненной, если в режимах расхолаживания и отвода остаточных тепловыделений при низких температурах первого контура осуществляется защита первого контура от сверхдавления при работе одного канала систем JNA и JNG-1.

Использован набор логических условий LHR1-3. Среднее значение вероятности отказа системы по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур в ЭСС3» равно: $2,88 \times 10^{-6}$.

В результате анализа неопределенности получены следующие параметры распределения вероятности отказа системы:

Нижняя граница (5 %)	$9,36 \times 10^{-7}$;
Медиана	$2,17 \times 10^{-6}$;
Верхняя граница (95 %)	$6,99 \times 10^{-6}$.

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания величины вероятности реализации, первые 8 сечений) приведены в таблице 12.1.11.5.1.1.2.6.

Таблица 12.1.11.5.1.1.2.6 – Доминирующие минимальные сечения отказов системы по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Потеря нормального теплоотвода через 1-й контур в ЭСС3»

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	173
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-41
--------------------	---	--------------------	------------

7,03E-08	2,43	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
7,03E-08	2,43	SAD10CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		- SAC30CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
7,03E-08	2,43	SAD30CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		- SAC10CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
7,03E-08	2,43	SAC10CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		- SAC30CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
7,03E-08	2,43	SAD10CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		- SAD30CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
7,03E-08	2,43	SAD20CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		- SAC40CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
7,03E-08	2,43	SAD40CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		- SAC20CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
7,03E-08	2,43	SAC20CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		- SAC40CT10XHUA	ООБ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	174
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-42
--------------------	---	--------------------	------------

7,03E-08	2,43	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
		_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
7,03E-08	2,43	SAD20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		- SAD40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания

Результаты расчетов приведены из документа [6].

12.1.11.5.1.1.2.7 Результаты расчета по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя в ГЭСС3»

Расчет выполнен на основании критерия успеха о том, что функция безопасности считается выполненной, если в режимах расхолаживания и отвода остаточных тепловыделений при низких температурах первого контура осуществляется защита первого контура от сверхдавления при работе одного канала систем JNA и JNG-1.

Использованы наборы логических условий HR1_ON_____ESS3 и LTF. Среднее значение вероятности отказа системы по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя в ЭСС3» равно: $1,0 \times 10^{-7}$;

В результате анализа неопределенности получены следующие параметры распределения вероятности отказа системы:

Нижняя граница (5 %)	$3,61 \times 10^{-9}$;
Медиана	$3,67 \times 10^{-8}$;
Верхняя граница (95 %)	$3,62 \times 10^{-7}$.

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания величины вероятности реализации, первые 8 сечений) приведены в таблице 2.1.11.5.1.1.2.7.

Таблица 12.1.11.5.1.1.2.7 – Доминирующие минимальные сечения отказов системы по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя в ГЭСС3»

Вероятность	Вклад, %	Базисные события	Описание
7,03E-08	2,44	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		SAD30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
7,03E-08	2,44	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		SAD40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	175
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-43
--------------------	---	--------------------	------------

Вероятность	Вклад, %	Базисные события	Описание
7,03E-08	2,44	SAC30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		SAD10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
7,03E-08	2,44	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		SAD20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
7,03E-08	2,44	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		SAD40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
7,03E-08	2,44	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		SAC30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
7,03E-08	2,44	_JNG20_40R	20 и 40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		SAC40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
7,03E-08	2,44	_JNG10_30R	10 и 30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
		SAD30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

Результаты расчетов приведены из документа [6].

12.1.11.5.1.1.2.8 Результаты расчета по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя»

Расчет выполнен на основании критерия успеха о том, что функция безопасности считается выполненной, если в режимах расхолаживания и отвода остаточных тепловыделений при низких температурах первого контура осуществляется защита первого контура от сверхдавления при работе одного канала систем JNA и JNG-1.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	176
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-44
--------------------	---	--------------------	------------

Использованы наборы логических условий HR1_ON и LTF. Среднее значение вероятности отказа системы по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя» равно: $1,64 \times 10^{-3}$.

В результате анализа неопределенности получены следующие параметры распределения вероятности отказа системы:

Нижняя граница (5 %)	$9,12 \times 10^{-4}$;
Медиана	$1,49 \times 10^{-3}$;
Верхняя граница (95 %)	$2,94 \times 10^{-3}$.

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания величины вероятности реализации, первые 8 сечений) приведены в таблице 12.1.11.5.1.1.2.8.

Таблица 12.1.11.5.1.1.2.8 – Доминирующие минимальные сечения отказов системы по функции «Ограничение давления в 1 контуре» для ИС «Ложное закрытие линии вывода теплоносителя»

Вероятность	Вклад, %	Базисные события	Описание
9,38E-05	5,72	_JNG20__R	20 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,72	_JNG40__R	40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,72	_JNG30__R	30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,72	_JNG20__R	20 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD20CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,72	_JNG10__R	10 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,72	_JNG40__R	40 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC40CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,72	_JNG30__R	30 канал в работе по функции расхолаживания
		SAC30CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков
9,38E-05	5,72	_JNG10__R	10 канал в работе по функции расхолаживания
		SAD10CT10XHUA	ООВ вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков

Результаты расчетов приведены из документа [6].

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	177
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-45
--------------------	---	--------------------	------------

2.1.11.5.1.1.2.9 Выводы по результатам расчетов

Результаты расчета показателей надежности системы отвода остаточного тепла показывают, что наибольший вклад в вероятность отказа системы вносят отказы обеспечивающих систем (ООВ систем вентиляции вследствие предаварийной ОП при калибровке датчиков).

12.1.11.5.2 Нормальная эксплуатация

12.1.11.5.2.1 Работа на мощности

При работе реактора на мощности работа системы JNA не требуется. Система отключена от первого контура закрытыми задвижками JNA20, 40AA101, JNA10(20, 30, 40)AA102, JNA21, 41AA101, JNA10(20, 30, 40)AA801, 802, положение которых контролируется с БПУ.

12.1.11.5.2.2 Расхолаживание реакторной установки

Описание работы системы при расхолаживании представлено в 12.1.11.1.2.1.2 ОООб.

12.1.11.5.2.3 Ремонтное расхолаживание реакторной установки

Описание работы системы при ремонтном расхолаживании представлено в 12.1.11.1.2.1.3 ОООб.

12.1.11.5.2.3 Работа системы при пуске блока

Описание работы системы при пуске блока представлено в 12.1.11.1.2.1.4 ОООб.

12.1.11.5.3 Нарушения нормальных условий эксплуатации

При нарушениях нормальных условий эксплуатации система JNA совместно с системой JNG-1 обеспечивает перевод блока в холодное состояние.

Работа системы аналогична режиму расхолаживания представленному в 12.1.11.1.2.1.2 ОООб.

12.1.11.5.4 Проектные аварии

При проектных авариях, не связанных с разуплотнением первого контура система JNA совместно с системой JNG-1 обеспечивает перевод блока в холодное состояние.

Работа системы аналогична режиму расхолаживания, представленному в 12.1.11.1.2.1.2 ОООб, за исключением ограничений, связанных с протеканием конкретной аварии. При этом не устанавливаются жесткие требования к скорости расхолаживания и времени перевода реакторной установки в холодное состояние.

12.1.11.5.5 Функционирование системы при внешних воздействиях

Система отвода остаточного тепла способна выполнять все свои функции при внешних воздействиях, принятых для данного проекта.

Система защищена от воздействия внешних стихийных явлений: землетрясений, ураганов, экстремальных температур и падения самолета. Это обеспечивается конструкцией здания реакторного отделения и здания безопасности, относящихся к первой категории сейсмостойкости и рассчитанных на весь спектр внешних воздействий, в том числе и на падение самолета. Описание и обоснование проекта с точки зрения внешних воздействий представлено в разделах 3.5 и 3.10 ОООб.

Все оборудование системы относится к первой категории сейсмостойкости и выдерживает максимальное проектное землетрясение. Все оборудование и трубопроводы системы размещены в помещениях первой категории сейсмостойкости.

Защита от попадания летящих предметов обеспечивается компоновочными решениями. Для защиты от повреждений элементов системы и снижения вероятности

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	178
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-46
--------------------	---	--------------------	------------

выхода из строя нескольких каналов системы по общей причине каналы системы разделены железобетонными стенами.

12.1.11.5.6 Анализ безопасности проекта системы

Система отвода остаточного тепла является защитной системой безопасности и системой нормальной эксплуатации.

Система отвода остаточного тепла имеет четырехканальную систему с 50 % производительностью каждого канала, поэтому в случае отказа элемента в одном канале и неработоспособном состоянии элемента системы в другом канале два оставшихся канала могут выполнить функцию системы в полном объеме.

Часть оборудования системы, которая расположена внутри защитной оболочки, защищена от воздействия струй, летящих предметов, ударных волн и рассчитана на работу при параметрах окружающей среды в аварийных режимах.

Каждый из четырех каналов системы отвода остаточного тепла имеет свою независимую технологическую часть, систему управления и обеспечивающие системы. Оборудование каналов физически разделено.

Таким образом, каждый канал является полностью независимым. Это означает, что активный, пассивный или по вине оператора отказ любого элемента в одном канале или связанных с ним системах не может привести к отказу хотя бы одного элемента другого канала системы и рассматривается как единичный отказ в системе.

Использование системы в режимах нормальной эксплуатации не снижает надежности выполнения аварийных функций, так как система используется в режимах нормальной эксплуатации при низких параметрах реакторной установки, исключая возможность возникновения исходных событий аварии.

Надежность системы определяется надежностью арматуры в режиме отвода остаточного тепла и расхолаживания РУ.

Во время контроля элементы не теряют способность выполнять возложенные на них функции безопасности, так как контроль не приводит систему в неработоспособное состояние.

При обнаружении полного отказа канала системы производится внеочередное опробование трех других каналов системы.

Таким образом, качественный анализ проекта системы отвода остаточного тепла показывает, что он удовлетворяет предъявляемым нормативными документами требованиям по безопасности и обеспечивает выполнение системой заданных функций.

12.1.11.5.7 Сравнение с аналогичными проектами

Технические и организационные решения, принятые для обеспечения безопасности эксплуатации системы отвода остаточного тепла, апробированы прежним опытом проектирования, испытаниями, исследованиями, а также подтверждены опытом эксплуатации подобных систем на действующих АЭС России и энергоблоков АЭС С ВВЭР-1000 за рубежом.

Значительная часть узлов, оборудования и алгоритмов управления являются стандартными для проектов с В-320.

Одним из основных отличий от проектов с В-320 призванным улучшить характеристики системы являются применение для защитных систем безопасности четырехканальной структуры, которая позволяет при необходимости выводить один из каналов систем безопасности в ремонт на длительный срок.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	179
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.11-47
--------------------	---	--------------------	------------

12.1.11.6 Выводы

Приведенный выше анализ системы показывает, что система в полной мере выполняет заданные функции и отвечает предъявленным к ней требованиям.

LN2O.P.110.1.120111.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	180
---------------------------------------	--	-----