





АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-1
--------------------	---	--------------------	----------

12.1.8 СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ВВОДА БОРА (JDN)

Дата	08.2016
Заместитель главного инженера проекта	 Ю.Л. Ермакович
Нормоконтроль	 А.А. Дмитриев
Проверил	 В.В. Андреев
Разработал	 К.А. Зайцев
Всего листов	55

СОДЕРЖАНИЕ

12.1.8.1 Проектные основы	12.1.8-3
12.1.8.1.1 Назначение и функции системы	12.1.8-3
12.1.8.1.2 Проектные режимы и исходные данные.....	12.1.8-5
12.1.8.1.2.1 Нормальная эксплуатация.....	12.1.8-5
12.1.8.1.2.2 Нарушения нормальных условий эксплуатации.....	12.1.8-5
12.1.8.1.2.3 Проектные аварии	12.1.8-5
12.1.8.1.2.4 Запроектные аварии	12.1.8-6
12.1.8.1.3 Принципы проектирования и обеспечения безопасности	12.1.8-7
12.1.8.1.4 Требования к связанным системам	12.1.8-9
12.1.8.1.5 Требования к компоновке	12.1.8-10
12.1.8.2 Проект системы.....	12.1.8-10
12.1.8.2.1 Описание технологической схемы	12.1.8-10
12.1.8.2.2 Описание элементов	12.1.8-11
12.1.8.2.3 Описание использованных материалов	12.1.8-12
12.1.8.2.4 Защита от превышения давления	12.1.8-12
12.1.8.2.5 Размещение оборудования	12.1.8-13
12.1.8.3 Управление и контроль работы системы.....	12.1.8-13
12.1.8.3.1 Требования к АСУ ТП.....	12.1.8-13
12.1.8.3.2 Точки контроля.....	12.1.8-14
12.1.8.3.3 Описание защит и блокировок.....	12.1.8-38
12.1.8.4 Испытания и проверки.....	12.1.8-42
12.1.8.5 Анализ проекта.....	12.1.8-42
12.1.8.5.1 Показатели надежности системы	12.1.8-42
12.1.8.5.1.1 Показатели надежности системы в целом	12.1.8-42
12.1.8.5.1.1.1 Сведения о расчетных программах и исходные данные.....	12.1.8-49
12.1.8.5.1.1.2 Результаты расчета показателей надежности системы	12.1.8-49
12.1.8.5.1.1.2.1 Результаты расчета для функции «Быстрый ввод отрицательной реактивности при отказе аварийной защиты».....	12.1.8-49
12.1.8.5.1.1.2.2 Результаты расчета для функции «Быстрое снижение давления в первом контуре при малой течи из первого во второй контур».....	12.1.8-50

LN2O.P.110.1.12108.0102&.021.HD.0001_&=0

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	10
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-2
--------------------	---	--------------------	----------

12.1.8.5.1.1.2.3 Результаты расчета для функции «Ввод бора для создания стояночной концентрации».....	12.1.8-52
12.1.8.5.1.1.2.4 Выводы по результатам расчетов.....	12.1.8-54
12.1.8.5.2 Нормальная эксплуатация.....	12.1.8-54
12.1.8.5.3 Нарушения нормальных условий эксплуатации.....	12.1.8-54
12.1.8.5.4 Проектные аварии.....	12.1.8-54
12.1.8.5.5 Запроектные аварии.....	12.1.8-54
12.1.8.5.6 Функционирование системы при внешних воздействиях.....	12.1.8-54
12.1.8.5.7 Анализ безопасности проекта системы.....	12.1.8-54
12.1.8.5.8 Сравнение с аналогичными проектами.....	12.1.8-55
12.1.8.6 Выводы.....	12.1.8-55

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	11
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-3
--------------------	---	--------------------	----------

12.1.8.1 Проектные основы

12.1.8.1.1 Назначение и функции системы

Система аварийного ввода бора предназначена для выполнения следующих функций:

- впрыск раствора борной кислоты в компенсатор давления при авариях с течью теплоносителя из первого контура во второй;
- подача в первый контур высококонцентрированного раствора борной кислоты (40 гН₃ВО₃/кгН₂О) для быстрого перевода реакторной установки в подкритическое состояние в режимах с нарушением нормальных условий эксплуатации, сопровождающихся отказом срабатывания аварийной защиты реактора;
- перевод реакторной установки в подкритическое состояние и компенсации усадки теплоносителя первого контура для обеспечения безопасного останова блока.

Кроме того, часть трубопроводов и оборудования системы является барьером, препятствующим выходу радиоактивности за пределы герметичной оболочки.

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

Все элементы системы аварийного ввода бора относятся ко второму классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, 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 системы, находящиеся внутри герметичной оболочки, имеют классификационное обозначение 23 по ОПБ-88/97. Арматура и трубопроводы до напора насоса JDN10(20, 30, 40)AP001, находящиеся вне герметичной оболочки, при аварии с разуплотнением первого контура являются также барьером, препятствующим выходу радиоактивности в окружающую среду, и имеют классификационное обозначение 23Л в соответствии с ОПБ-88/97. Арматура и трубопроводы от насоса JDN10(20, 30, 40)AP001 до бака JNK10(40)BB002, находящиеся вне герметичной оболочки, имеют классификационное обозначение 23.

Трубопроводы и арматура локализуемых 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 JDN - смотри рисунок 12.1.8.1.1.

Система JDN имеет связи со следующими системами:

- системой теплоносителя первого контура (JEC);
- системой компенсации давления и сброса пара (JEF/JEG);
- системой сбора протечек теплоносителя реактора (JET);
- системой хранения борированной воды (JNK);
- системой подачи обессоленной воды (KBC-2);
- промконтуром системы охлаждения ответственных потребителей (КАА);
- системой аварийного электроснабжения;
- системой контроля и управления;
- системой вентиляции и охлаждения помещений.

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	12
---------------------------------------	--	----

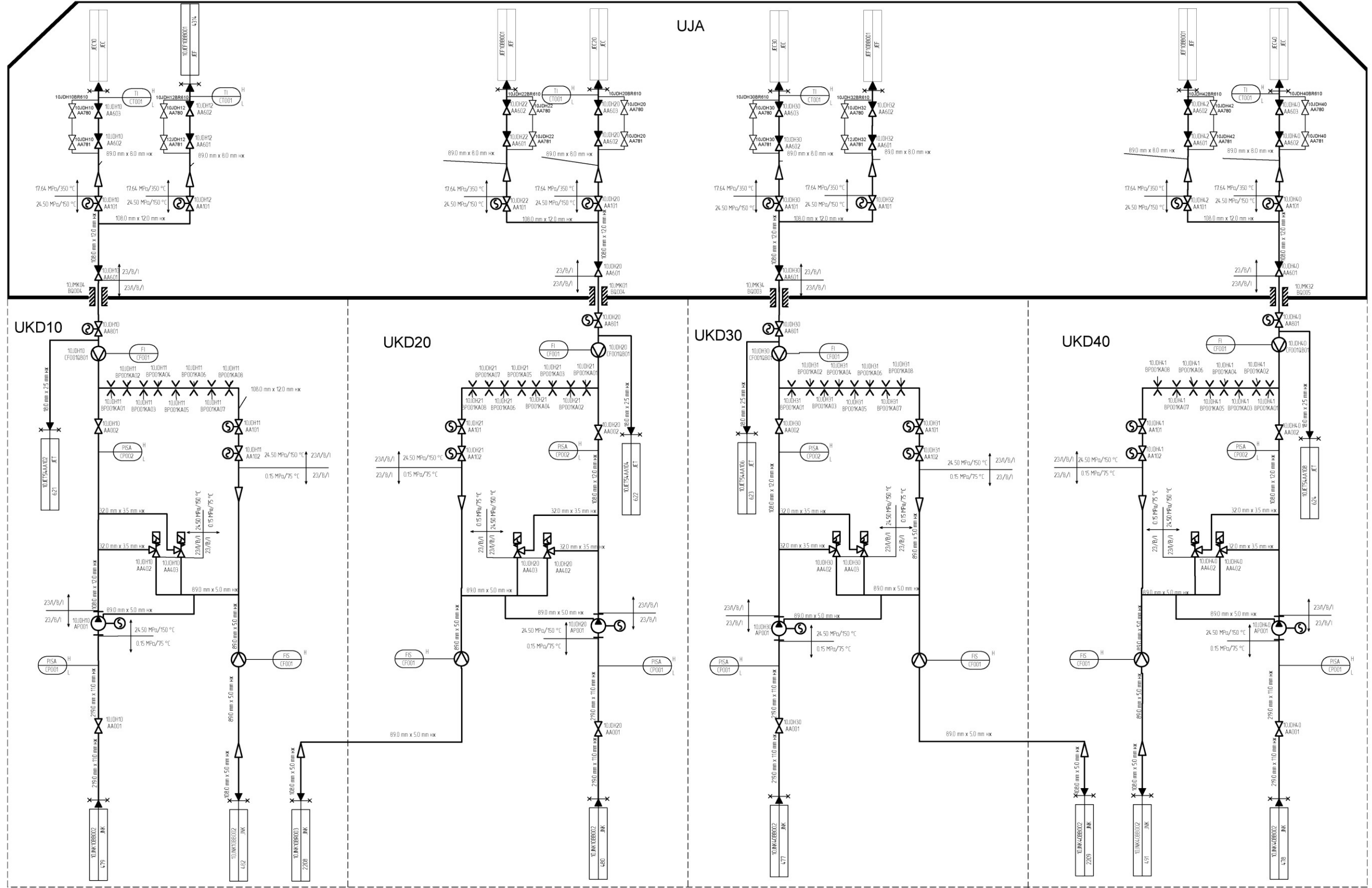


Рисунок 12.1.8.1.1 - Технологическая схема системы аварийного ввода бора JDH

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-5
--------------------	---	--------------------	----------

12.1.8.1.2 Проектные режимы и исходные данные

12.1.8.1.2.1 Нормальная эксплуатация

В режимах нормальной эксплуатации система аварийного ввода бора не функционирует и находится в режиме ожидания (в состоянии готовности на случай возникновения аварии с течью теплоносителя).

Состояние готовности системы обеспечиваются за счет:

- контроля состояния компонентов;
- готовности баков запаса борированной воды высоко концентрации JNK10, 40BV002 (концентрация борной кислоты, уровень, температура);
- готовности обеспечивающих систем;
- охлаждения оборудования и вентиляции помещений;
- проведения периодических проверок и эксплуатационных испытаний согласно технологическому регламенту периодических эксплуатационных испытаний.

Эксплуатационные испытания проводятся для каждого канала с периодичностью 672 часа. В соответствии с программой испытания производится запуск насосного агрегата, который функционирует по линии испытания в течение времени, необходимого для контроля его работоспособности.

Момент контроля отдельных каналов сдвинут на 168 часов относительно момента начала контроля предыдущего канала.

Отклонение параметров в эксплуатационных пределах фиксируется посредством предупредительной информации, на основании которой оперативный персонал производит корректирующие мероприятия.

Отклонение наиболее важных параметров в проектных пределах оповещается и фиксируется аварийными средствами информации.

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

При обнаружении отказа одного из четырех каналов системы производится его вывод в ремонт при сохранении блока 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.

12.1.8.1.2.2 Нарушения нормальных условий эксплуатации

При нарушении условий нормальной эксплуатации функционирование системы не требуется.

В случае прохождения сигнала обесточивания насосы системы JДН включаются в работу по программе ступенчатого пуска дизель - генераторов только при наличии сигнала аварии. Включение и работа насосов по линии испытания по программе ступенчатого пуска дизель - генераторов не требуется. Описание системы аварийного энергоснабжения приведено в главе 8 ОООб.

12.1.8.1.2.3 Проектные аварии

При проектных авариях система выполняет заданную функцию, описанную в 12.1.8.1.1 ОООб.

При аварии, связанной с течью из первого контура во второй, система аварийного ввода бора обеспечивает впрыск в паровое пространство компенсатора давления раствора

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	14
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-6
--------------------	---	--------------------	----------

борной кислоты с целью понижения давления в первом контуре и, как следствие, ограничения объема выброса радиоактивности.

В качестве сигнала "Течь из первого контура во второй" на запуск автоматического алгоритма используется сигнал, сформированный по факту совпадения следующих параметров:

- увеличение уровня гамма-фона в паропроводе аварийного парогенератора до значения 10^{-3} мЗв/ч (дозиметрический сигнал)
- и любого из следующей последовательности:
 - уменьшение давления над активной зоной до 15,2 МПа при мощности реактора более 75 % $N_{ном}$;
 - уменьшение давления над активной зоной до 14,2 МПа при температуре теплоносителя в горячих нитках петель более 260 °С;
 - уменьшение уровня теплоносителя в КД менее 4 м.

При незапуске алгоритма по дозиметрическому сигналу запуск автоматического алгоритма формируется по факту совпадения следующих параметров:

- превышение уровня котловой воды в аварийном парогенераторе на 250 мм от номинального (технологический сигнал)
- и любого из следующей последовательности:
 - уменьшение давления над активной зоной до 15,2 МПа при мощности реактора более 75 % $N_{ном}$;
 - уменьшение давления над активной зоной до 14,2 МПа при температуре теплоносителя в горячих нитках петель более 260 °С;
 - уменьшение уровня теплоносителя в КД менее 4 м.

По сигналу "Течь из первого контура во второй" запускаются насосы системы JDH, открывается арматура на трубопроводе впрыска в компенсатор давления JDH12(22, 32, 42)AA101, арматура на напоре насоса JDH10(20, 30, 40)AA801 и закрывается арматура на трубопроводах подачи в первый контур JDH10(20, 30, 40)AA101.

Автоматический алгоритм управления данной аварией следующий:

- включение системы аварийного ввода бора на впрыск в КД при давлении в первом контуре выше 8,3 МПа.
- отключение насосов системы при снижении давления теплоносителя первого контура до 8,3 МПа или при увеличении уровня в КД выше 8,17 м.

Подача борного раствора возобновляется при увеличении давления выше 8,3 МПа и при снижении уровня в КД менее 8,17 м;

В случае прохождения сигнала обесточивания в любой момент аварии насосы системы JDH включаются в работу по программе ступенчатого пуска дизель - генераторов.

12.1.8.1.2.4 Запроектные аварии

При запроектных авариях система выполняет функцию подачи в первый контур высококонцентрированного раствора борной кислоты ($40\text{гН}_3\text{ВО}_3/\text{кгН}_2\text{О}$), для быстрого перевода реакторной установки в подкритическое состояние в режимах с нарушением нормальных условий эксплуатации, сопровождающихся отказом срабатывания аварийной защиты (АТWS).

По сигналам АТWS запускаются насосы системы JDH и открывается арматура на трубопроводе подачи борного раствора в петли ГЦТ JDH10(20, 30, 40)AA101, арматура на напоре насоса JDH10(20, 30, 40)AA801 и закрываются задвижки на трубопроводе впрыска в компенсатор давления JDH12(22, 32, 42)AA101.

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	15
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-7
--------------------	---	--------------------	----------

После запуска насосы JDH10(20, 30, 40)AP001 начинают подавать в реактор раствор борной кислоты из баков JNK10, 40BB002.

Сигнал ATWS формируется при совпадении следующих сигналов:

- достижения параметрами уставок на срабатывание аварийной защиты;
- нейтронный поток превышает 15 % от значения в момент формирования сигнала на срабатывание аварийной защиты с выдержкой времени до 4 с.

В случае прохождения сигнала обесточивания в любой момент аварии насосы системы JDH включаются в работу по программе ступенчатого пуска дизель - генераторов.

Исходные данные

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

- в соответствии с требованиями [1] система должна обеспечивать подачу раствора борной кислоты с концентрацией 40 гН₃ВО₃/кгН₂О и расходом 8,0 кг/с (29 т/ч) при любом давлении в первом контуре в диапазоне от 0,098 до 24,5 МПа при течах из первого контура во второй или в режимах ATWS;

- в соответствии с требованиями [1] подача борированной воды от системы JDH должна осуществляться в паровую часть компенсатора давления и в холодные нитки первого контура.

- в соответствии с требованиями [1] система должна обеспечивать подачу в первый контур борного раствора с температурой не менее 20 °С во всех режимах;

- в соответствии с требованиями [1] система должна обеспечивать подачу борного раствора в первый контур после появления аварийного сигнала при полном обесточивания АЭС не более чем через 40 с, в случае несовпадения обесточивания АЭС с началом аварии не более чем через 30 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;

- объем одного бака запаса борированной воды высокой концентрации (JNK10BB002, JNK40BB002) должен быть достаточен для создания необходимой подкритичности и компенсации усадки теплоносителя.

12.1.8.1.3 Принципы проектирования и обеспечения безопасности

Система аварийного ввода бора 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;

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	16
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-8
--------------------	---	--------------------	----------

- 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 автоматического включения в работу.

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 аварийного ввода бора по характеру выполняемых функций не имеет зависимого 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 аварийного ввода бора 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 испытания насосов, закрытие которой обеспечивает своевременную подачу в контур борного раствора требуемым расходом. системы. Применение резервной арматуры уменьшает вероятность выхода из строя канала 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

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	17
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-9
--------------------	---	--------------------	----------

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 автоматического включения в работу

Реализовано автоматическое включение системы в работу, не требующее вмешательства оператора. Автоматическое включение системы в работу происходит при:

- обесточивании;
- течи из первого контура во второй;
- аварии с отказом системы управления и защиты реактора.

Параметры, участвующие в формировании сигналов автоматического запуска системы, представлены в 12.1.8.1.2.3 и 12.1.8.1.2.4 ОООб.

12.1.8.1.4 Требования к связанным системам

Каждый канал системы JDH имеет связи со следующими системами:

- системой теплоносителя первого контура (JEC);
- системой компенсации давления и сброса пара (JEF/JEG);
- системой сбора протечек теплоносителя реактора (JET);
- системой хранения борированной воды (JNK);
- системой подачи обессоленной воды (KBC-2);
- промконтуром системы охлаждения ответственных потребителей (КАА);
- системой аварийного электроснабжения;
- системой контроля и управления;
- системой вентиляции и охлаждения помещений.

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

- системы хранения борированной воды (JNK),
- промконтур системы охлаждения ответственных потребителей (КАА),
- системы аварийного электроснабжения,
- системы контроля и управления,
- системы вентиляции и охлаждения помещений.

Система хранения борной воды (JNK) должна обеспечивать хранение необходимого запаса раствора борной кислоты с концентрацией $40 \text{ гН}_3\text{ВО}_3/\text{кгН}_2\text{О}$ для использования в аварийных режимах. Проектной основой для определения емкости бака является объем борной кислоты достаточный для создания необходимой подкритичности и компенсации усадки теплоносителя при одновременной работы двух насосов JDH при выполнении функций представленных в 12.1.8.1.2 ОООб. Описание системы JNK представлено в подразделе 12.1.10 ОООб.

Промконтур системы охлаждения ответственных потребителей (КАА) должен обеспечивать охлаждение электродвигателей JDH. Описание системы КАА представлено в 12.3.2.2 ОООб.

Система аварийного электроснабжения должна обеспечивать электропитанием электроприводные компоненты системы JDH 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

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	18
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-10
--------------------	---	--------------------	-----------

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 аварийного ввода бора, должна обеспечивать поддержание параметров окружающей среды, необходимых для работы оборудования системы аварийного ввода бора. Описание системы вентиляции представлено в разделе 9.7 ОООб.

12.1.8.1.5 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 JDH - 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.

- расположение двигателей насосов и электроприводов арматуры должно исключать их затопление.

12.1.8.2 Проект системы

12.1.8.2.1 Описание технологической схемы

Технологическая схема системы аварийного ввода бора представлена на рисунке 12.1.8.1.

Система состоит из четырех одинаковых и полностью независимых один от другого каналов JDH10, JDH20, JDH30, JDH40.

В каждом канале предусматриваются:

- насос JDH10(20, 30, 40)AP001;
- арматура;
- трубопроводы.

С учетом требований, изложенных в 12.1.8.1.3 ОООб производительность каждого канала соответствует 50 % производительности системы, т.е. во всех аварийных режимах сохраняют работоспособность два канала системы. Таким образом, система аварийного ввода бора имеет структуру 4x50 % каналов.

Всасывающие трубопроводы каждого канала системы JDH подсоединяются к баку запаса борированной воды высокой концентрации 40 гH₃BO₃/кгH₂O. Напорные трубопроводы каждого канала подсоединены к холодным трубопроводам главных

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	19
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-11
--------------------	---	--------------------	-----------

циркуляционных петель и к паровой части компенсатора давления. На напорных трубопроводах установлены нормально закрытые запорные клапаны.

На напорной магистрали насоса JDH в месте пересечения защитной оболочки устанавливается локализирующая арматура с электроприводом вне защитной оболочки.

Трубопровод Ду 80 (линия испытания) предназначен для испытания насоса на максимальную производительность при остановленном реакторе и при необходимости, в соответствии с регламентом испытаний, для периодического испытания насоса на максимальную производительность при работе реактора на мощности. Линия испытания соединена со своим баком запаса борированной воды JNK. На линиях испытания последовательно установлены дроссельная шайба JDH11(21, 31, 41)BP001 и по две арматуры с электроприводом JDH11(21, 31, 41)AA101 и JDH11(21, 31, 41)AA102.

Для защиты арматуры и трубопроводов от превышения давления более 24,5 МПа, после насоса устанавливаются предохранительные клапаны JDH10(20, 30, 40)AA402 и JDH10(20, 30, 40)AA403 со сбросом среды в баки JNK по линии испытания.

От предохранительного клапана JDH10(20, 30, 40)AP001KA05 на насосном агрегате, защищающем насос от превышения давления, линия сброса заведена в линию испытания насосного агрегата.

Состояние арматуры системы в режимах ожидания и аварии приведены в таблице 12.1.8.3.

Активные элементы системы аварийного ввода бора 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.

12.1.8.2.2 Описание элементов

Описание баков запаса раствора борной кислоты с концентрацией 40 гН₃ВО₃/кгН₂О представлено в подразделе 12.1.10 ОООб.

Насос аварийного ввода бора JDH10(20, 30, 40)AP001

Насос предназначен для подачи в первый контур раствора борной кислоты с концентрацией 40 гН₃ВО₃/дм³Н₂О.

Количество, шт.	4
Тип	поршневой
Номинальная производительность, дм ³ /с (м ³ /ч)	~4,0 (14,5)
Давление на напоре при номинальной подаче, МПа (м.в.ст.)	~ 24,5 (2500)
Давление на напоре (диапазон), МПа	от 0,098 до 24,5
Рабочая температура, °С	от 20 до 75
Расчетная температура, °С	не менее 75
Мощность двигателя, кВт	~ 160
Материал	нержавеющая сталь

Трубопроводы

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

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	20
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-12
--------------------	---	--------------------	-----------

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

Ду, мм	ДнхS, мм
100	108х12
80	89х8

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

Ду, мм	Дн х S, мм
200	219х11
80	89х5
15	18х2.5

Рабочие параметры трубопроводов системы представлены на технологической схеме системы JDH - смотри рисунок 12.1.8.1.

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.

Дроссельные шайбы

Дроссельные шайбы JDH11(21, 31, 41)BP001 на линии испытания выбраны на полный перепад при номинальной производительности насоса.

12.1.8.2.3 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 аварийного ввода бора 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.

12.1.8.2.4 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».

Предохранительные клапаны JDH10(20, 30, 40)AA402 и JDH10(20, 30, 40)AA403 предназначены для защиты арматуры и трубопроводов от превышения давления более 24,5 МПа.

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	21
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-13
--------------------	---	--------------------	-----------

Производительность предохранительного клапана рассчитана на производительность насоса 14,5 м³/ч.

12.1.8.2.5 Размещение оборудования

Часть оборудования системы аварийного ввода бора, включая трубопроводы и арматуру, размещается внутри защитной оболочки, а другая часть оборудования системы - насосы JDH10(20, 30, 40)AP001, арматура, трубопроводы - размещена в отдельных, изолированных один от другого огнестойкими физическими барьерами, помещениях здания безопасности.

Таблица 12.1.8.2.5 Размещение оборудования

Код KKS оборудования	Наименование	Код KKS помещения	Отметка
JDH10AP001	Насос аварийного ввода бора	UKD00R122	0.000
JDH20AP001	Насос аварийного ввода бора	UKD00R222	0.000
JDH30AP001	Насос аварийного ввода бора	UKD00R322	0.000
JDH40AP001	Насос аварийного ввода бора	UKDR422	□.000

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

Для оборудования, размещенного 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.

12.1.8.2.6 Отключение системы

Отключение системы производится по сигналам из СКУ АЭС. Отключается насосный агрегат аварийного ввода бора JDH10-40AP001. Арматура приводится в исходное состояние.

12.1.8.3 Управление и контроль работы системы

12.1.8.3.1 Требования к АСУ ТП

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

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

- обеспечение выполнения технологической системой заданных функций во всех режимах требующих ее работы;

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	22
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-14
--------------------	---	--------------------	-----------

- 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.

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.

12.1.8.3.2 Точки контроля

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

Основные точки технологического контроля в системе аварийного ввода бора JDH:

- давление на всасе насосов;
- давление на напоре насосов;
- расход в напорных трубопроводах насосов;
- расход воды в испытания каждого канала.

Места установки датчиков представлены на технологической схеме системы JDH - смотри рисунок 12.1.8.1.1.

Перечень контролируемых параметров системы представлен в таблице 12.1.8.3.2.

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	23
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-15
--------------------	---	--------------------	-----------

Таблица 12.1.8.3.2 - Перечень контролируемых параметров системы JDH

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		
10JDH10CE021	Ток 10JDH10AP001	0/50 А	2У	В	I	+	-	+/+	-	+	-
10JDH10CF001	Расход на напоре насоса аварийного ввода бора 10JDH10AP001	4 0/5,0 кг/с	23Л	В	I	+	-	+/+	+	+	+
10JDH10CF501	Расход промывочной жидкости насоса 10JDH10AP001	300 0/ л/ч				-	+	-	-	-	-
10JDH10CG402	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	+	-
10JDH10CG403	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	+	-
10JDH10CP001	Давление на всасе насоса аварийного ввода бора 10JDH10AP001	0/0.15 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	-

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	24
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-16
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH10CP002	Давление на напоре насоса аварийного ввода бора 10JDH10AP001	0/33 МПа	23Л	В	I	+	-	+/+	+	+	-
10JDH10CP005	Давление масла в насосе 10JDH10AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CP006	Давление масла в насосе 10JDH10AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CP007	Давление масла в насосе 10JDH10AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT002	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH10AP001	75 40/120 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT003	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH10AP001	75 40/120 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	25
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-17
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH10CT004	Температура подшипника двигателя со стороны свободного конца 10JDH10AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT005	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH10AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT006	Температура подшипника двигателя со стороны свободного конца 10JDH10AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT007	Температура подшипника двигателя со стороны свободного конца 10JDH10AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	26
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-18
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH10CT008	Температура обмотки электродвигателя 10JDH10AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT009	Температура обмотки электродвигателя 10JDH10AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT010	Температура обмотки электродвигателя 10JDH10AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT011	Температура обмотки электродвигателя 10JDH10AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT012	Температура обмотки электродвигателя 10JDH10AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT013	Температура обмотки электродвигателя 10JDH10AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	27
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-19
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH10CT014	Температура обмотки электродвигателя 10JDH10AP001	120 -155 °C	23	B	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT015	Температура обмотки электродвигателя 10JDH10AP001	120 -155 °C	23	B	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT016	Температура обмотки электродвигателя 10JDH10AP001	120 -155 °C	23	B	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT017	Температура масла в приводной части насоса 10JDH10AP001	75 -90 °C	23	B	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT018	Температура масла в приводной части насоса 10JDH10AP001	75 -90 °C	23	B	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH10CT019	Температура масла в приводной части насоса 10JDH10AP001	75 -90 °C	23	B	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	28
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-20
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH10EK402	Сигнализация о неисправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JDH10EK403	Сигнализация о неисправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JDH11CF001	Расход на линии испытания насоса 10JDH10AP001	4,0 0/5,0 кг/с	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CE021	Ток 10JDH20AP001	0/50 А	2У	В	I	+	-	+/+	-	+	-
10JDH20CF001	Расход на напоре насоса аварийного ввода бора 10JDH20AP001	4 0/5,0 кг/с	23Л	В	I	+	-	+/+	+	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001

Окончательный отчет по обоснованию безопасности
(предварительная редакция)

29

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-21
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH20CF501	Расход промывочной жидкости насоса 10JDH20AP001	300 0/ л/ч				-	+	-	-	-	-
10JDH20CG402	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	+	-
10JDH20CG403	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	+	-
10JDH20CP001	Давление на всасе насоса аварийного ввода бора 10JDH20AP001	0/0.15 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	-
10JDH20CP002	Давление на напоре насоса аварийного ввода бора 10JDH20AP001	0/33 МПа	23Л	В	I	+	-	+/+	+	+	-
10JDH20CP005	Давление масла в насосе 10JDH20AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	30
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-22
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH20CP006	Давление масла в насосе 10JDH20AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CP007	Давление масла в насосе 10JDH20AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT002	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH20AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT003	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH20AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT004	Температура подшипника двигателя со стороны свободного конца 10JDH20AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	31
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-23
--------------------	---	--------------------	-----------

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/ максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классифика ционное обозначение по НП-001- 97	Группа по ПНЭ Г-7- 008-89	Категория сейсмостой кости по НП-031-01	Регист рация	Отображение/си гнализация			Участия в защитах и блокиров ках	Участие в автоматич еском управлен ии
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
10JDH20CT005	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH20AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT006	Температура подшипника двигателя со стороны свободного конца 10JDH20AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT007	Температура подшипника двигателя со стороны свободного конца 10JDH20AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT008	Температура обмотки электродвигателя 10JDH20AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT009	Температура обмотки электродвигателя 10JDH20AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	32
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-24
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH20CT010	Температура обмотки электродвигателя 10JDH20AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT011	Температура обмотки электродвигателя 10JDH20AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT012	Температура обмотки электродвигателя 10JDH20AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT013	Температура обмотки электродвигателя 10JDH20AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT014	Температура обмотки электродвигателя 10JDH20AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT015	Температура обмотки электродвигателя 10JDH20AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	33
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-25
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH20CT016	Температура обмотки электродвигателя 10JDH20AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT017	Температура масла в приводной части насоса 10JDH20AP001	75 -90 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT018	Температура масла в приводной части насоса 10JDH20AP001	75 -90 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20CT019	Температура масла в приводной части насоса 10JDH20AP001	75 -90 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH20EK402	Сигнализация о неисправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	34
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-26
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH20EK403	Сигнализация о неисправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JDH21CF001	Расход на линии испытания насоса 10JDH20AP001	4,0 0/5,0 кг/с	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CE021	Ток 10JDH30AP001	0/50 А	2У	В	I	+	-	+/+	-	+	-
10JDH30CF001	Расход на напоре насоса аварийного ввода бора 10JDH30AP001	4 0/5,0 кг/с	23Л	В	I	+	-	+/+	+	+	+
10JDH30CF501	Расход промывочной жидкости насоса 10JDH30AP001	300 0/ л/ч				-	+	-	-	-	-

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	35
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-27
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH30CG402	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	+	-
10JDH30CG403	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	+	-
10JDH30CP001	Давление на всасе насоса аварийного ввода бора 10JDH30AP001	0/0.15 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	-
10JDH30CP002	Давление на напоре насоса аварийного ввода бора 10JDH30AP001	0/33 МПа	23Л	В	I	+	-	+/+	+	+	-
10JDH30CP005	Давление масла в насосе 10JDH30AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CP006	Давление масла в насосе 10JDH30AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	36
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-28
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH30CP007	Давление масла в насосе 10JDH30AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT002	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH30AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT003	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH30AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT004	Температура подшипника двигателя со стороны свободного конца 10JDH30AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT005	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH30AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	37
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-29
--------------------	---	--------------------	-----------

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/ максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классифика ционное обозначение по НП-001- 97	Группа по ПНЭ Г-7- 008-89	Категория сейсмостой кости по НП-031-01	Регист рация	Отображение/си гнализация			Участия в защитах и блокиров ках	Участие в автоматич еском управлен ии
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
10JDH30CT006	Температура подшипника двигателя со стороны свободного конца 10JDH30AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT007	Температура подшипника двигателя со стороны свободного конца 10JDH30AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT008	Температура обмотки электродвигателя 10JDH30AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT009	Температура обмотки электродвигателя 10JDH30AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT010	Температура обмотки электродвигателя 10JDH30AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	38
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-30
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH30CT011	Температура обмотки электродвигателя 10JDH30AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT012	Температура обмотки электродвигателя 10JDH30AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT013	Температура обмотки электродвигателя 10JDH30AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT014	Температура обмотки электродвигателя 10JDH30AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT015	Температура обмотки электродвигателя 10JDH30AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT016	Температура обмотки электродвигателя 10JDH30AP001	120 -155 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	39
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-31
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH30CT017	Температура масла в приводной части насоса 10JDH30AP001	75 -90 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT018	Температура масла в приводной части насоса 10JDH30AP001	75 -90 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30CT019	Температура масла в приводной части насоса 10JDH30AP001	75 -90 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH30EK402	Сигнализация о неисправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JDH30EK403	Сигнализация о неисправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-32
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH31CF001	Расход на линии испытания насоса 10JDH30AP001	4,0 0/5,0 кг/с	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CE021	Ток 10JDH40AP001	0/50 А	2У	В	I	+	-	+/+	-	+	-
10JDH40CF001	Расход на напоре насоса аварийного ввода бора 10JDH40AP001	4 0/5,0 кг/с	23Л	В	I	+	-	+/+	+	+	+
10JDH40CF501	Расход промывочной жидкости насоса 10JDH40AP001	300 0/ л/ч				-	+	-	-	-	-
10JDH40CG402	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	+	-
10JDH40CG403	Сигнализация положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	+	-

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	41
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-33
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH40CP001	Давление на всасе насоса аварийного ввода бора 10JDH40AP001	0/0.15 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	-
10JDH40CP002	Давление на напоре насоса аварийного ввода бора 10JDH40AP001	0/33 МПа	23Л	В	I	+	-	+/+	+	+	-
10JDH40CP005	Давление масла в насосе 10JDH40AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CP006	Давление масла в насосе 10JDH40AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CP007	Давление масла в насосе 10JDH40AP001	- 0,25/1,6 МПа	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT002	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH40AP001	75 40/120 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	42
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-34
--------------------	---	--------------------	-----------

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/ максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классифика ционное обозначение по НП-001- 97	Группа по ПНЭ Г-7- 008-89	Категория сейсмостой кости по НП-031-01	Регист рация	Отображение/си гнализация			Участия в защитах и блокиров ках	Участие в автоматич еском управлен ии
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
10JDH40CT003	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH40AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT004	Температура подшипника двигателя со стороны свободного конца 10JDH40AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT005	Температура подшипника двигателя со стороны привода 10JDH40AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT006	Температура подшипника двигателя со стороны свободного конца 10JDH40AP001	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT007	Температура подшипника двигателя со стороны свободного	75 40/120 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	43
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-35
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
	конца 10JDH40AP001										
10JDH40CT008	Температура обмотки электродвигателя 10JDH40AP001	120 -155 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT009	Температура обмотки электродвигателя 10JDH40AP001	120 -155 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT010	Температура обмотки электродвигателя 10JDH40AP001	120 -155 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT011	Температура обмотки электродвигателя 10JDH40AP001	120 -155 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT012	Температура обмотки электродвигателя 10JDH40AP001	120 -155 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	44
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-36
--------------------	---	--------------------	-----------

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/ максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классифика ционное обозначение по НП-001- 97	Группа по ПНЭ Г-7- 008-89	Категория сейсмостой кости по НП-031-01	Регист рация	Отображение/си гнализация			Участия в защитах и блокиров ках	Участие в автоматич еском управлен ии
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
10JDH40CT013	Температура обмотки электродвигателя 10JDH40AP001	120 -155 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT014	Температура обмотки электродвигателя 10JDH40AP001	120 -155 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT015	Температура обмотки электродвигателя 10JDH40AP001	120 -155 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT016	Температура обмотки электродвигателя 10JDH40AP001	120 -155 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT017	Температура масла в приводной части насоса 10JDH40AP001	75 -90 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40CT018	Температура масла в приводной части насоса 10JDH40AP001	75 -90 °С	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	45
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-37
--------------------	---	--------------------	-----------

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		
10JDH40CT019	Температура масла в приводной части насоса 10JDH40AP001	75 -/90 °C	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+
10JDH40ЕК402	Сигнализация о неисправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JDH40ЕК403	Сигнализация о неисправности преобразователя датчика положения предохранительного клапана		2НЗ			+	-	+/+	-	-	-
10JDH41CF001	Расход на линии испытания насоса 10JDH40AP001	4,0 0/5,0 кг/с	23	В	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	46
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-38
--------------------	---	--------------------	-----------

12.1.8.3.3 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, быть выполнены также на панелях резервного управления БПУ и РПУ.

Автоматическое управление является основным видом управления. Ввод в действие системы предусмотрено также и по команде оператора от специальных ключей, размещаемых на БПУ и РПУ. В режимах нарушения условий нормальной эксплуатации и при проектных авариях запуск механизмов системы осуществляется автоматически по аварийным технологическим сигналам или при обесточивании. При включении системы в работу по аварийным технологическим сигналам блокируется действие защит и блокировок, а также в течение 30 минут обеспечивается невмешательство оператора в управление системой.

В аварийных режимах дистанционное управление производится:

- в случае отказа автоматического запуска канала системы;
- 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 12.1.8.3.3.

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	47
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-39
--------------------	---	--------------------	-----------

Таблица 12.1.8.3.3 – Перечень защит, блокировок и действий оператора

Оборудование	Описание защит и блокировок
1	2
<p>Насос аварийного ввода бора JDH10AP001 JDH20AP001 JDH30AP001 JDH40AP001</p>	<p>Насосы управляются дистанционно (БПУ/РПУ) и автоматически.</p> <p>При работе насосов по аварийным технологическим сигналам (от системы защиты станции) прекращается действие защит и разрешений на пуск насосов, а также в течение 0,5 часа не допускается вмешательство оператора в управление насосами. Автоматически включаются по аварийным технологическим сигналам от системы защиты станции представленным в 12.1.8.1.2.3 и 12.1.8.1.2.4 ОООб.</p> <p>Автоматически включаются в работу при прохождении программы ступенчатого пуска дизель – генераторов только при наличии аварийных сигналов от системы защиты станции.</p> <p>При проверке работоспособности системы JDH и отсутствии сигналов из системы управления защитными системами реактора действие защит насоса сохраняется.</p> <p>Автоматически закрывается и открывается по сигналам от СКУ НЭ:</p> <p>Разрешение на включение насоса при совпадении сигналов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - давление на всасе больше 0,06 МПа; - закрыта арматура JET54AA101-102; - открыта арматура на линии испытания или на напоре насоса: <p>Отключение защитой по любому из сигналов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - давление на всасе меньше 0,05 МПа; - давление масла в насосе меньше 0,15 МПа; - температура масла в редукторе насоса больше 90 °С; - температура масла в насосе больше 80 °С; - температура подшипников двигателя насоса больше 120 °С; - закрыты арматуры на линии испытания и на напоре насоса. - уровень в КД больше 9,4 м; - температура обмоток двигателя больше 180 °С; <p>Автоматическое отключение производится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу из JDH10(20;30;40)EC001 программы периодических испытаний насоса JDH10(20;30;40)AP001. <p>Включается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу из JDH10(20;30;40)EC001 программы периодических испытаний насоса JDH10(20;30;40)AP001.

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	48
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-40
--------------------	---	--------------------	-----------

Оборудование	Описание защит и блокировок
1	2
Задвижка на линии испытания насоса JDH JDH11AA101 JDH11AA102 JDH21AA101 JDH21AA102 JDH31AA101 JDH31AA102 JDH41AA101 JDH41AA102	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически задвижка закрывается при прохождении аварийных технологических сигналов от системы защиты станции представленные в 12.1.8.1.2.3 и 12.1.8.1.2.4 ОООб. Автоматически закрывается и открывается по сигналам от СКУ НЭ: Закрывается автоматически: - по сигналу из JDH10(20;30;40)ЕС001 программы периодических испытаний насоса JDH10(20;30;40)АР001; Открывается автоматически: - по сигналу из JDH10(20;30;40)ЕС001 программы периодических испытаний насоса JDH10(20;30;40)АР001; Разрешение на открытие: Есть всегда
Задвижка на напорном трубопроводе насоса JDH для отсечения оболочки JDH10AA801 JDH20AA801 JDH30AA801 JDH40AA801	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически задвижка открывается при прохождении аварийных технологических сигналов от системы защиты станции представленные в 12.1.8.1.2.3 и 12.1.8.1.2.4 ОООб.
Задвижка на трубопроводе подачи борированной воды в первый контур JDH10AA101 JDH20AA101 JDH30AA101 JDH40AA101	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически задвижка открывается при прохождении аварийного технологического сигнала от системы защиты станции представленного в 12.1.8.1.2.4 ОООб. Автоматически задвижка закрывается при прохождении аварийного технологического сигнала от системы защиты станции представленного в 12.1.8.1.2.3 ОООб.
Задвижка на трубопроводе подачи борированной воды в КД JDH12AA101 JDH22AA101 JDH32AA101 JDH42AA101	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически задвижка закрывается при прохождении аварийного технологического сигнала от системы защиты станции представленного в 12.1.8.1.2.4 ОООб. Автоматически задвижка открывается при прохождении аварийного технологического сигнала от системы защиты станции представленного в 12.1.8.1.2.3 ОООб.

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	49
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-41
--------------------	---	--------------------	-----------

Оборудование	Описание защит и блокировок
1	2
Предохранительный клапан на всасе насосов JDH10AA402 JDH20AA402 JDH30AA402 JDH40AA402	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически открывается при давлении на всасе насоса больше 24,5 МПа. Автоматически открывается при давлении на всасе насоса меньше 22 МПа.
Предохранительный клапан на всасе насосов JDH10AA403 JDH20AA403 JDH30AA403 JDH40AA403	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически открывается при давлении на всасе насоса больше 24,5 МПа. Автоматически открывается при давлении на всасе насоса меньше 22 МПа.
Программы и контуры автоматики	
JDH10EC001	программа периодических испытаний насоса JDH10AP001
JDH20EC001	программа периодических испытаний насоса JDH20AP001
JDH30EC001	программа периодических испытаний насоса JDH30AP001
JDH40EC001	программа периодических испытаний насоса JDH40AP001

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	50
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-42
--------------------	---	--------------------	-----------

12.1.8.4 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 энергетике" (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: работоспособность насосов, трубопроводов и арматуры по рабочим пуско-наладочным программам. Программа пусконаладочных работ по системе аварийного ввода бора представлена в главе 14 ОООб

В период работы блока на мощности производится периодическая проверка работоспособности каналов системы в соответствии с регламентом технического обслуживания и периодических опробований систем безопасности. Периодичность испытаний каждого канала 1 раз в 672 часа.

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.

Указанные значения были выбраны на основании опыта эксплуатации энергоблоков ВВЭР-1000, ВВЭР-440, и будут обоснованы ВАБ на стадии физического пуска реактора.

Обратные клапаны, расположенные внутри защитной оболочки контролируются при перегрузке топлива.

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

12.1.8.5 Анализ проекта

12.1.8.5.1 Показатели надежности системы

12.1.8.5.1.1 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 12.1.8.5.1.1.

Для насосных агрегатов JDH10(20,30,40)AP001 требования по надежности перечисленные ниже:

- срок службы насосных агрегатов - 50 лет.
- коэффициент готовности, не менее - 0,995;
- коэффициент технического использования, не менее - 0,95;
- наработка до отказа, не менее - 50000 часов;
- допустимый срок сохраняемости до ввода в эксплуатацию - 60 месяцев;
- среднее время восстановления должно быть не более - 50 часов;

Определения терминов надежности по ГОСТ Р 27.002 и ГОСТ Р 51908.

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	51
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-43
--------------------	---	--------------------	-----------

Для арматуры системы аварийного ввода бора (JDH)

- 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 НП-068-05

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	52
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-44
--------------------	---	--------------------	-----------

Таблица 12.1.8.5.1.1- 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 ручная	JDH10AA001 JDH20AA001 JDH30AA001 JDH40AA001	открыта	открыта	закрыта	-	периодический 1/месяц	восстановлив- аемый	восстановли- ваемый	отказ канала
Насос аварийного ввода бора	JDH10AP001 JDH20AP001 JDH30AP001 JDH40AP001	остановлен	включен	2.1 не включается	2.2 оставлен при работе	периодический 1/месяц	восстановлив- аемый	восстановли- ваемый	отказ канала
Задвижка ручная	JDH10AA002 JDH20AA002 JDH30AA002 JDH40AA002	открыта	открыта	закрыта	-	периодический 1/месяц	восстановлив- аемый	восстановли- ваемый	отказ канала
Задвижка с электроприводом	JDH10AA801 JDH20AA801 JDH30AA801 JDH40AA801	открыта	открыта	закрыта	-	непрерывный	не восстановли- ваемый	не восстановли- ваемый	отказ канала

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-45
--------------------	---	--------------------	-----------

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	
Обратный клапан	JDH10AA601 JDH20AA601 JDH30AA601 JDH40AA601	закрыт	открыт	не открывается	-	периодический 1/год	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	отказ канала
Задвижка с электроприводом	JDH10AA101 JDH20AA101 JDH30AA101 JDH40AA101	закрыта	6.1 закрыта 6.2 открыта	6.1 открыта 6.2 закрыта	-	непрерывный	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	отказ канала при выполнении функций по 12.1.8.1.2.3 ОООб отказ канала при выполнении функций по 12.1.8.1.2.4 ОООб

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	54
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-46
--------------------	---	--------------------	-----------

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	JDH12AA101 JDH22AA101 JDH32AA101 JDH42AA101	закрыта	7.1 открыта 7.2 закрыта	7.1 закрыта 7.2 открыта	-	непрерывный	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	отказ канала при выполнении функций по 12.1.8.1.2.3 ОООБ отказ канала при выполнении функций по 12.1.8.1.2.4 ОООБ
Обратный клапан	JDH12AA601 JDH22AA601 JDH32AA601 JDH42AA601	закрыт	открыт	не открывается	-	периодический 1/год	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	отказ канала при выполнении функций по 12.1.8.1.2.3 ОООБ
Обратный клапан	JDH12AA602 JDH22AA602 JDH32AA602 JDH42AA602	закрыт	открыт	не открывается	-	периодический 1/год	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	отказ канала при выполнении функций по 12.1.8.1.2.3 ОООБ

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	55
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-47
--------------------	---	--------------------	-----------

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	
Обратный клапан	JDH10AA602 JDH20AA602 JDH30AA602 JDH40AA602	закрыт	открыт	не открывается	-	периодический 1/год	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	отказ канала при выполнении функций по 12.1.8.1.2.4 ОООб
Обратный клапан	JDH10AA603 JDH20AA603 JDH30AA603 JDH40AA603	закрыт	открыт	не открывается	-	периодический 1/год	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	отказ канала при выполнении функций по 12.1.8.1.2.4 ОООб
Задвижка с электроприводом	JDH11AA101 JDH21AA101 JDH31AA101 JDH41AA101	закрыта	закрыта	открыта	-	непрерывный	восстанавливаемый	восстанавливаемый	отказ канала при совместном отказе с задвижкой JDH11, 21, 31, 41AA102

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	56
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-48
--------------------	---	--------------------	-----------

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	JDH11AA102 JDH21AA102 JDH31AA102 JDH41AA102	закрыта	закрыта	открыта	-	непрерывный	восстановливаемый	восстановливаемый	отказ канала при совместном отказе с задвижкой JDH11, 21, 31, 41AA101
Предохранительный клапан	JDH10AA402 JDH20AA402 JDH30AA402 JDH40AA402	закрыт	закрыт	1 открыт	2 не закрыт	периодический 1/год	восстановливаемый	восстановливаемый	отказ канала
Предохранительный клапан	JDH10AA403 JDH20AA403 JDH30AA403 JDH40AA403	закрыт	закрыт	1 открыт	2 не закрыт	периодический 1/год	восстановливаемый	восстановливаемый	отказ канала

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	57
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-49
--------------------	---	--------------------	-----------

12.1.8.5.1.1.1 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.).

12.1.8.5.1.1.2 Результаты расчета показателей надежности системы

Были проведены расчеты для каждой функции системы с соответствующими критериями успеха.

12.1.8.5.1.1.2.1 Результаты расчета для функции «Быстрый ввод отрицательной реактивности при отказе аварийной защиты»

Расчет проводился исходя из критерия успеха 2 из 4-х каналов и рассматриваемого времени работы 24 часа.

Среднее значение вероятности отказа системы по функции JDH-L равно:
 $1,27 \times 10^{-3}$

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

Нижняя граница (5 %) $2,78 \times 10^{-4}$

Медиана $8,91 \times 10^{-4}$

Верхняя граница (95 %) $3,11 \times 10^{-3}$

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания величины вероятности реализации) приведены в таблице 12.1.8.5.1.1.2.1.

Таблица 12.1.8.5.1.1.2.1 – Доминирующие минимальные сечения отказов системы аварийного ввода бора по функции JDH-L

Вероятность	Вклад %	Событие 1	Событие 2
4,05E-04	32,01	JDHZ0AA101VMO-ALL	
2,27E-04	17,98	JDHZ0AP001PMS-ALL	
4,57E-05	03,61	JDHZ0AA603VCO-ALL	
4,57E-05	03,61	JDHZ0AA601VCO-ALL	
4,57E-05	03,61	JDHZ0AA602VCO-ALL	
3,59E-05	02,84	JDHZ0AA101VMO-134	
3,59E-05	02,84	JDHZ0AA101VMO-124	
3,59E-05	02,84	JDHZ0AA101VMO-234	
3,59E-05	02,84	JDHZ0AA101VMO-123	
2,40E-05	01,90	JDHZ0AP001PMR-ALL	
1,19E-05	00,94	JDHZ0AP001PMR-234	
1,19E-05	00,94	JDHZ0AP001PMR-134	
1,19E-05	00,94	JDHZ0AP001PMR-124	
1,19E-05	00,94	JDHZ0AP001PMR-123	
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA602VCO-234	
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA602VCO-123	
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA603VCO-234	
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA602VCO-124	
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA603VCO-123	
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA601VCO-124	
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA602VCO-134	
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA601VCO-134	

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	58
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-50
--------------------	---	--------------------	-----------

Вероятность	Вклад %	Событие 1	Событие 2
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA603VCO-134	
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA601VCO-234	
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA603VCO-124	
4,07E-06	00,32	JDHZ0AA601VCO-123	
3,17E-06	00,25	CCF-KLG-AH3-ALL	
2,88E-06	00,23	JDHZ0AP001PMS-124	
2,88E-06	00,23	JDHZ0AP001PMS-123	
2,88E-06	00,23	JDHZ0AP001PMS-234	
2,88E-06	00,23	JDHZ0AP001PMS-134	
1,75E-06	00,14	CCF-KLG-AH3-234	
1,75E-06	00,14	CCF-KLG-AH3-134	
1,75E-06	00,14	CCF-KLG-AH3-124	
1,75E-06	00,14	CCF-KLG-AH3-123	
1,09E-06	00,09	KAZ0AP001PMR-24-ALL	PEB_13_1/2
1,09E-06	00,09	KAZ0AP001PMR-24-ALL	PEB_24_1/2
4,20E-07	00,03	KAZ0AP001PMR-24-134	PEB_13_1/2
4,20E-07	00,03	KAZ0AP001PMR-24-123	PEB_24_1/2
4,20E-07	00,03	KAZ0AP001PMR-24-234	PEB_24_1/2
4,20E-07	00,03	KAZ0AP001PMR-24-124	PEB_24_1/2
4,20E-07	00,03	KAZ0AP001PMR-24-124	PEB_13_1/2
4,20E-07	00,03	KAZ0AP001PMR-24-134	PEB_24_1/2
4,20E-07	00,03	KAZ0AP001PMR-24-123	PEB_13_1/2
4,20E-07	00,03	KAZ0AP001PMR-24-234	PEB_13_1/2
3,89E-07	00,03	JDH20AA101VMO	JDHZ0AA101VMO-14
3,89E-07	00,03	JDH40AA101VMO	JDHZ0AA101VMO-12
3,89E-07	00,03	JDH30AA101VMO	JDHZ0AA101VMO-12
3,89E-07	00,03	JDH10AA101VMO	JDHZ0AA101VMO-24
3,89E-07	00,03	JDH10AA101VMO	JDHZ0AA101VMO-34

12.1.8.5.1.1.2.2 Результаты расчета для функции «Быстрое снижение давления в первом контуре при малой течи из первого во второй контур»

Расчет проводился исходя из критерия успеха 1 из 4-х каналов и рассматриваемого времени работы 24 часа.

Среднее значение вероятности отказа системы по функции JDH-L1 равно:
 $8,09 \times 10^{-4}$

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

Нижняя граница (5 %) $7,92 \times 10^{-5}$

Медиана $4,80 \times 10^{-4}$

Верхняя граница (95 %) $2,21 \times 10^{-3}$

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания величины вероятности реализации) приведены в таблице 12.1.8.5.1.1.2.2

Таблица 12.1.8.5.1.1.2.2– Доминирующие минимальные сечения отказов системы аварийного ввода бора по функции JDH-L1

Вероятность	Вклад %	Событие 1	Событие 2
LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001			Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)
			59

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-51
--------------------	---	--------------------	-----------

Вероятность	Вклад %	Событие 1	Событие 2
4,05E-04	50,05	JDHZ2AA101VMO-ALL	
2,27E-04	28,10	JDHZ0AP001PMS-ALL	
4,57E-05	05,65	JDHZ2AA601VCO-ALL	
4,57E-05	05,65	JDHZ2AA602VCO-ALL	
4,57E-05	05,65	JDHZ0AA601VCO-ALL	
2,40E-05	02,97	JDHZ0AP001PMR-ALL	
3,17E-06	00,39	CCF-KLG-AH3-ALL	
1,09E-06	00,13	KAAZ0AP001PMR-24-ALL	PEB_24_1/2
1,09E-06	00,13	KAAZ0AP001PMR-24-ALL	PEB_13_1/2
2,30E-07	00,03	JDH42AA101VMO	JDHZ2AA101VMO-123
2,30E-07	00,03	JDH22AA101VMO	JDHZ2AA101VMO-134
2,30E-07	00,03	JDH32AA101VMO	JDHZ2AA101VMO-124
2,30E-07	00,03	JDH12AA101VMO	JDHZ2AA101VMO-234
1,21E-07	00,01	KAAZ0AP001PMR-24-ALL	PEB_24_2/2
1,21E-07	00,01	KAAZ0AP001PMR-24-ALL	PEB_13_2/2
7,60E-08	00,01	JDH12AA101VMO	JDHZ0AP001PMR-234
7,60E-08	00,01	JDH22AA101VMO	JDHZ0AP001PMR-123
7,60E-08	00,01	JDH32AA101VMO	JDHZ0AP001PMR-134
7,60E-08	00,01	JDH42AA101VMO	JDHZ0AP001PMR-124
7,19E-08	00,01	BEA-UMT	JDHZ2AA101VMO-234
7,19E-08	00,01	BEC-UMT	JDHZ2AA101VMO-124
7,19E-08	00,01	JDH20-UMT	JDHZ2AA101VMO-134
7,19E-08	00,01	JDH40-UMT	JDHZ2AA101VMO-123
7,19E-08	00,01	BEB-UMT	JDHZ2AA101VMO-134
7,19E-08	00,01	JDH30-UMT	JDHZ2AA101VMO-124
7,19E-08	00,01	JDH10-UMT	JDHZ2AA101VMO-234
7,19E-08	00,01	BED-UMT	JDHZ2AA101VMO-123
6,09E-08	00,01	JDH20AP001PMS	JDHZ2AA101VMO-134
6,09E-08	00,01	JDH30AP001PMS	JDHZ2AA101VMO-124
6,09E-08	00,01	JDH10AP001PMS	JDHZ2AA101VMO-234
6,09E-08	00,01	JDH40AP001PMS	JDHZ2AA101VMO-123
4,08E-08	00,01	JDH20AP001PMR	JDHZ2AA101VMO-134
4,08E-08	00,01	JDH40AP001PMR	JDHZ2AA101VMO-123
4,08E-08	00,01	JDH30AP001PMR	JDHZ2AA101VMO-124
4,08E-08	00,01	JDH10AP001PMR	JDHZ2AA101VMO-234
2,65E-08	00,00	JDHZ2AA101VMO-134	SAC-20
2,65E-08	00,00	JDHZ2AA101VMO-234	SAC-10
2,60E-08	00,00	JDH12AA101VMO	JDHZ2AA601VCO-234
2,60E-08	00,00	JDH32AA101VMO	JDHZ2AA601VCO-124
2,60E-08	00,00	JDH12AA101VMO	JDHZ2AA602VCO-234
2,60E-08	00,00	JDH42AA101VMO	JDHZ0AA601VCO-123
2,60E-08	00,00	JDH32AA101VMO	JDHZ2AA602VCO-124
2,60E-08	00,00	JDH22AA101VMO	JDHZ2AA601VCO-134
2,60E-08	00,00	JDH32AA101VMO	JDHZ0AA601VCO-124
2,60E-08	00,00	JDH22AA101VMO	JDHZ2AA602VCO-134
2,60E-08	00,00	JDH22AA101VMO	JDHZ0AA601VCO-134

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	60
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-52
--------------------	---	--------------------	-----------

Вероятность	Вклад %	Событие 1	Событие 2
2,60E-08	00,00	JDH42AA101VMO	JDHZ2AA601VCO-123
2,60E-08	00,00	JDH42AA101VMO	JDHZ2AA602VCO-123
2,60E-08	00,00	JDH12AA101VMO	JDHZ0AA601VCO-234
2,59E-08	00,00	JDH12AA601VCO	JDHZ2AA101VMO-234

PMS - отказ насоса при пуске
VCO - отказ общего вида обратных клапанов
VMO – отказ общего вида задвижек с электроприводом
PMR – отказ насоса при работе
CCF – отказы общего вида
UMT– неготовность канала из-за опробования или внепланового ремонта
UMT– неготовность канала из-за опробования или внепланового ремонта

12.1.8.5.1.1.2.3 Результаты расчета для функции «Ввод бора для создания стояночной концентрации»

Расчет проводился исходя из критерия успеха 1 из 4-х каналов и рассматриваемого времени работы 24 часа.

Среднее значение вероятности отказа системы по функции JDH-L2 равно:
 $8,38 \times 10^{-4}$

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

Нижняя граница (5 %) $1,13 \times 10^{-4}$

Медиана $4,98 \times 10^{-4}$

Верхняя граница (95 %) $2,42 \times 10^{-3}$

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания величины вероятности реализации) приведены в таблице 12.1.8.5.1.1.2.3.

Таблица 12.1.8.5.1.1.2.3 – Доминирующие минимальные сечения отказов системы аварийного ввода бора по функции JDH-L2

Вероятность	Вклад %	Событие 1	Событие 2	Событие 3
5,32E-04	63,48	HUM-JDH		
2,27E-04	27,14	JDHZ0AP001PMS-ALL		
4,57E-05	05,45	JDHZ0AA601VCO-ALL		
2,40E-05	02,87	JDHZ0AP001PMR-ALL		
3,17E-06	00,38	CCF-KLG-AH3-ALL		
1,09E-06	00,13	КААЗ0AP001PMR-24-ALL	PEB_24_1/2	
1,09E-06	00,13	КААЗ0AP001PMR-24-ALL	PEB_13_1/2	
1,64E-07	00,02	JDHZ0AA101VMO-ALL	JDHZ2AA101VMO-ALL	
1,21E-07	00,01	КААЗ0AP001PMR-24-ALL	PEB_13_2/2	
1,21E-07	00,01	КААЗ0AP001PMR-24-ALL	PEB_24_2/2	
2,38E-08	00,00	JDH20-UMT	JDHZ0AP001PMR-123	
2,38E-08	00,00	JDH30-UMT	JDHZ0AP001PMR-134	
2,38E-08	00,00	БЕС-UMT	JDHZ0AP001PMR-134	
2,38E-08	00,00	JDH40-UMT	JDHZ0AP001PMR-124	
2,38E-08	00,00	БЕА-UMT	JDHZ0AP001PMR-234	
2,38E-08	00,00	БЕД-UMT	JDHZ0AP001PMR-124	
2,38E-08	00,00	JDH10-UMT	JDHZ0AP001PMR-234	

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	61
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-53
--------------------	---	--------------------	-----------

Вероятность	Вклад %	Событие 1	Событие 2	Событие 3
2,38E-08	00,00	БЕВ-УМТ	JDHZ0AP001PMR-123	
2,02E-08	00,00	JDH10AP001PMS	JDHZ0AP001PMR-234	
2,02E-08	00,00	JDH30AP001PMS	JDHZ0AP001PMR-134	
2,02E-08	00,00	JDH40AP001PMS	JDHZ0AP001PMR-124	
2,02E-08	00,00	JDH20AP001PMS	JDHZ0AP001PMR-123	
1,85E-08	00,00	JDHZ0AA101VMO-ALL	JDHZ2AA602VCO-ALL	
1,85E-08	00,00	JDHZ0AA603VCO-ALL	JDHZ2AA101VMO-ALL	
1,85E-08	00,00	JDHZ0AA602VCO-ALL	JDHZ2AA101VMO-ALL	
1,85E-08	00,00	JDHZ0AA101VMO-ALL	JDHZ2AA601VCO-ALL	
1,35E-08	00,00	JDH40AP001PMR	JDHZ0AP001PMR-124	
1,35E-08	00,00	JDH30AP001PMR	JDHZ0AP001PMR-134	
1,35E-08	00,00	JDH10AP001PMR	JDHZ0AP001PMR-234	
1,35E-08	00,00	JDH20AP001PMR	JDHZ0AP001PMR-123	
8,76E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-123	SAC-20	
8,76E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-234	SAC-10	
8,58E-09	00,00	JDH30AA601VCO	JDHZ0AP001PMR-134	
8,58E-09	00,00	JDH10AA601VCO	JDHZ0AP001PMR-234	
8,58E-09	00,00	JDH20AA601VCO	JDHZ0AP001PMR-123	
8,58E-09	00,00	JDH40AA601VCO	JDHZ0AP001PMR-124	
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-134	PEB_13_1/2	PEC32AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-134	PEB_24_1/2	PEC31AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-123	PEB_24_1/2	PEC22AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-124	PEB_24_1/2	PEC41AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-124	PEB_13_1/2	PEC42AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-234	PEB_13_1/2	PEC12AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-123	PEB_13_1/2	PEC22AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-134	PEB_24_1/2	PEC32AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-134	PEB_13_1/2	PEC31AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-234	PEB_24_1/2	PEC12AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-124	PEB_24_1/2	PEC42AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-234	PEB_13_1/2	PEC11AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-123	PEB_13_1/2	PEC21AP001PMR
8,51E-09	00,00	JDHZ0AP001PMR-124	PEB_13_1/2	PEC41AP001PMR

PMS - отказ насоса при пуске
VCO - отказ общего вида обратных клапанов
VMO – отказ общего вида задвижек с электроприводом
PMR – отказ насоса при работе
CCF – отказы общего вида
УМТ– неготовность канала из-за опробования или внепланового ремонта

Результаты расчетов приведены из документа [2].

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	62
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-54
--------------------	---	--------------------	-----------

12.1.8.5.1.1.2.4 Выводы по результатам расчетов

Результаты расчета показателей надежности системы аварийного ввода бора показывают, что наибольший вклад в вероятность отказа системы вносят отказы общего вида насосов (на запуск) и арматуры с электроприводом (на открытие).

12.1.8.5.2 Нормальная эксплуатация

В режимах нормальной эксплуатации система аварийного ввода бора не функционирует и находится в режиме ожидания, проходя периодические проверки и испытания согласно технологическому регламенту.

12.1.8.5.3 Нарушения нормальных условий эксплуатации

При нарушении условий нормальной эксплуатации функционирование системы не требуется.

В случае прохождения сигнала обесточивания насосы системы JDN включаются в работу по программе ступенчатого пуска дизель - генераторов только при наличии сигнала аварии.

12.1.8.5.4 Проектные аварии

При проектных авариях система выполняет заданную функцию, описанную в 12.1.8.1.2.3 ОООб.

При аварии, связанной с течью из первого контура во второй, система аварийного ввода бора обеспечивает впрыск в паровое пространство компенсатора давления раствора борной кислоты с целью понижения давления в первом контуре и, как следствие, ограничения объема выброса радиоактивности.

12.1.8.5.5 Запроектные аварии

При запроектных авариях система выполняет функцию подачи в первый контур высококонцентрированного раствора борной кислоты ($40\text{гН}_3\text{ВО}_3/\text{кгН}_2\text{О}$), для перевода реакторной установки в подкритическое состояние в режимах с нарушением нормальных условий эксплуатации, сопровождающихся отказом срабатывания аварийной защиты (АТWS).

12.1.8.5.6 Функционирование системы при внешних воздействиях

Система аварийного ввода бора 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 выхода из строя нескольких каналов системы по общей причине каналы системы разделены железобетонными стенами.

12.1.8.5.7 Анализ безопасности проекта системы

Система аварийного ввода бора имеет четырехканальную систему с пятидесяти процентной производительностью каждого канала, поэтому в случае отказа элемента в

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	63
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.8-55
--------------------	---	--------------------	-----------

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 аварийного ввода бора имеет свою независимую технологическую часть, систему управления и обеспечивающие системы. Оборудование каналов физически разделено.

Таким образом, каждый канал является полностью независимым. Это означает, что отказ любого активного элемента или пассивного элемента, имеющего механические движущиеся части, в одном канале или связанных с ним системах или одной независимой от исходного события ошибки оператора не может привести к отказу хотя бы одного элемента другого канала системы и рассматривается как единичный отказ в системе.

Система обеспечивает подачу раствора в первый контур не позднее 40 с после появления аварийного сигнала при полном обесточивании АЭС, в случае несовпадения обесточивания АЭС с началом аварии - не позднее 30 с.

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

12.1.8.5.8 Сравнение с аналогичными проектами

Технические и организационные решения, принятые для обеспечения безопасности эксплуатации системы аварийного ввода бора, 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 четырех канальной структуры, которая позволяет при необходимости выводить один из каналов систем безопасности в ремонт на длительный срок.

12.1.8.6 Выводы

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

LN2O.P.110.1.120108.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	64
---------------------------------------	--	----