





АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.114-1
--------------------	---	------------------	----------

## 12.1.14 СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ ИЗ ШАХТЫ РЕВИЗИИ ВКУ (JNB90)

Дата	08.2016
Заместитель главного инженера проекта	 Ю.Л. Ермакович
Нормоконтроль	 А.А. Дмитриев
Проверил	 В.В. Андреев
Разработал	 К.А. Зайцев
Всего листов	40

### СОДЕРЖАНИЕ

12.1.14.1 Проектные основы .....	12.1.14-3
12.1.14.1.1 Назначение и функции системы .....	12.1.14-3
12.1.14.1.2 Проектные режимы и исходные данные.....	12.1.14-6
12.1.14.1.2.1 Нормальная эксплуатация .....	12.1.14-6
12.1.14.1.2.1.1 Работа на мощности.....	12.1.14-6
12.1.14.1.2.1.2 Режим перегрузки топлива.....	12.1.14-6
12.1.14.1.2.2 Нарушения нормальных условий эксплуатации.....	12.1.14-6
12.1.14.1.2.3 Проектные аварии .....	12.1.14-6
12.1.14.1.2.4 Запроектные аварии .....	12.1.14-6
12.1.14.1.3 Принципы проектирования и обеспечения безопасности .....	12.1.14-8
12.1.14.1.4 Требования к связанным системам .....	12.1.14-9
12.1.14.1.5 Требования к компоновке .....	12.1.14-10
12.1.14.2 Проект системы.....	12.1.14-10
12.1.14.2.1 Описание технологической схемы .....	12.1.14-10
12.1.14.2.2 Описание элементов .....	12.1.14-11
12.1.14.2.3 Описание использованных материалов .....	12.1.14-14
12.1.14.2.4 Защита от превышения давления .....	12.1.14-14
12.1.14.2.5 Размещение оборудования .....	12.1.14-14
12.1.14.3 Управление и контроль работы системы.....	12.1.14-15
12.1.14.3.1 Требования к АСУ ТП.....	12.1.14-15
12.1.14.3.2 Точки контроля.....	12.1.14-16
12.1.14.3.3 Описание защит и блокировок.....	12.1.14-21
12.1.14.4 Испытания и проверки.....	12.1.14-26
12.1.14.5 Анализ проекта.....	12.1.14-26
12.1.14.5.1 Показатели надежности системы .....	12.1.14-26
12.1.14.5.1.1 Показатели надежности системы в целом .....	12.1.14-26
12.1.14.5.1.1.1 Сведения о расчетных программах и исходные данные.....	12.1.14-37
12.1.14.5.1.1.2 Результаты расчета показателей надежности системы .....	12.1.14-37

LN2O.P.110.1.12&&&.0102&.000.HD.0001\_&\_F:0

LN2O.P.110.1.12&&&.0102&.000.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	301
--------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-2
--------------------	---	--------------------	-----------

12.1.14.5.1.1.2.1 Результаты расчета безотказности системы для функции "Заполнение водой помещения УЛР из баков-приямков" .....	12.1.14-37
12.1.14.5.1.1.2.2 Результаты расчета безотказности системы для функции "Подача борированной воды из шахты ревизии ВКУ в корпус УЛР" .....	12.1.14-38
12.1.14.5.1.1.2.3 Результаты расчета безотказности системы для функции "Подача в баки-приямки защитной оболочки 42 % раствор щелочи NaOH" .....	12.1.14-39
12.1.14.5.1.1.2.4 Выводы по результатам анализа надежности .....	12.1.14-39
12.1.14.5.2 Нормальная эксплуатация .....	12.1.14-40
12.1.14.5.2.1 Работа на мощности .....	12.1.14-40
12.1.14.5.2.2 Режим перегрузки топлива .....	12.1.14-40
12.1.14.5.3 Нарушения нормальных условий эксплуатации .....	12.1.14-40
12.1.14.5.4 Проектные аварии .....	12.1.14-40
12.1.14.5.5 Запроектные аварии .....	12.1.14-40
12.1.14.5.6 Функционирование системы при внешних воздействиях .....	12.1.14-40
12.1.14.5.7 Анализ безопасности проекта системы .....	12.1.14-41
12.1.14.5.8 Сравнение с аналогичными проектами .....	12.1.14-41
12.1.14.6 Выводы .....	12.1.14-41

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	302
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-3
--------------------	---	--------------------	-----------

## 12.1.14.1 Проектные основы

### 12.1.14.1.1 Назначение и функции системы

Система аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ предназначена для:

- подачи борированной воды из шахты ревизии ВКУ в устройство локализации расплава при запроектных авариях, связанных с плавлением активной зоны реактора и выходим расплава за пределы корпуса реактора;
- заполнения водой теплообменников (помещения) УЛР при проектных авариях, связанных с потерей теплоносителя, с отм. 0.00 и при запроектных авариях, связанных с плавлением активной зоны реактора, из баков-приямков;
- подачи в баки-приямки JNK10(40)BB001 и на отметку 0.00 защитной оболочки раствора щелочи NaOH с целью снижения скорости образования летучих форм йода внутри ГО;
- заполнения и дренажа шахты ревизии ВКУ при операциях, связанных с перегрузкой топлива и ревизией ВКУ;
- отвод возможных протечек из шахты реактора (помещения УЛР);
- поддержание ВХР борированной воды внутри шахт ревизии ВКУ;
- подпитки баков аварийного отвода тепла при полном обесточивании;
- подпитки топливного бассейна при полном обеспечивании.

Система аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ является техническим средством преодоления запроектных аварий.

В соответствии ОПБ-88/97 система аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ является по влиянию на безопасность - важной для безопасности.

Элементы системы аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ относятся к третьему классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение ЗН, к группе С по ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. 1) и первой категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение I на технологической схеме.

Трубопроводы от баков-приямков JNK10, 40BB001 до арматуры JNB90AA101-104 (включая арматуру) относятся ко второму классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение 2НЗЛ, 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.

Трубопровод от приямка JNB98BB001 в шахте реактора до арматуры JNB98AA102 (включая арматуру) относится ко второму классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение 2Л, 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.

Трубопровод перелива из шахт ревизии ВКУ в баки-приямки JNK10, 40BB001 относится ко второму классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение 2НЗ, к группе В по ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. 1) и первой категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение I на технологической схеме.

Трубопровод внутри бака-приямка от фильтрующих устройств JNB94AT(001-004) линии пассивного заполнения теплообменника ловушки УРЛ с отметки 0.00 до выхода из перекрытия относится ко второму классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение 2Л, 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.

Трубопровод подачи раствора щёлочи (NaOH) в баки-приямки JNK10,40BB001 относится к третьему классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение ЗН, к группе В по ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. 1) и второй категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение II на технологической схеме.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	303
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-4
--------------------	---	--------------------	-----------

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

Трубопроводы, арматура и насосный агрегат подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна относятся к третьему классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение 3Н, к группе С 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 подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна обеспечивающие подключение к системе подпиточной воды относятся ко второму классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение 2З, 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.

Классификационное обозначение элементов системы в зависимости от выполняемых ими функций представлено на технологической схеме системы JNB90 - смотри рисунок 12.1.14.1.1.

Система JNB90 имеет связи со следующими системами:

- шахтами ревизии ВКУ реактора;
- шахтой реактора;
- системой охлаждения топливного бассейна (ФАК);
- системой хранения борированной воды (JNK);
- системой дренажей оборудования здания реактора (КТА);
- Система приготовления и подачи химреагентов для нужд спецводоочистки (KBD2);
- Система подачи обессоленной воды (KBC2);
- Система подачи технологического воздуха (QEB);
- Система подпиточной воды в границах ЯО (LCU);
- Система сбора и отвода стоков, содержащих реагенты GMH;
- системой седьмого канала электроснабжения;
- системой контроля и управления.
- системой вентиляции и охлаждения помещений.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	304
---------------------------------------	--	-----

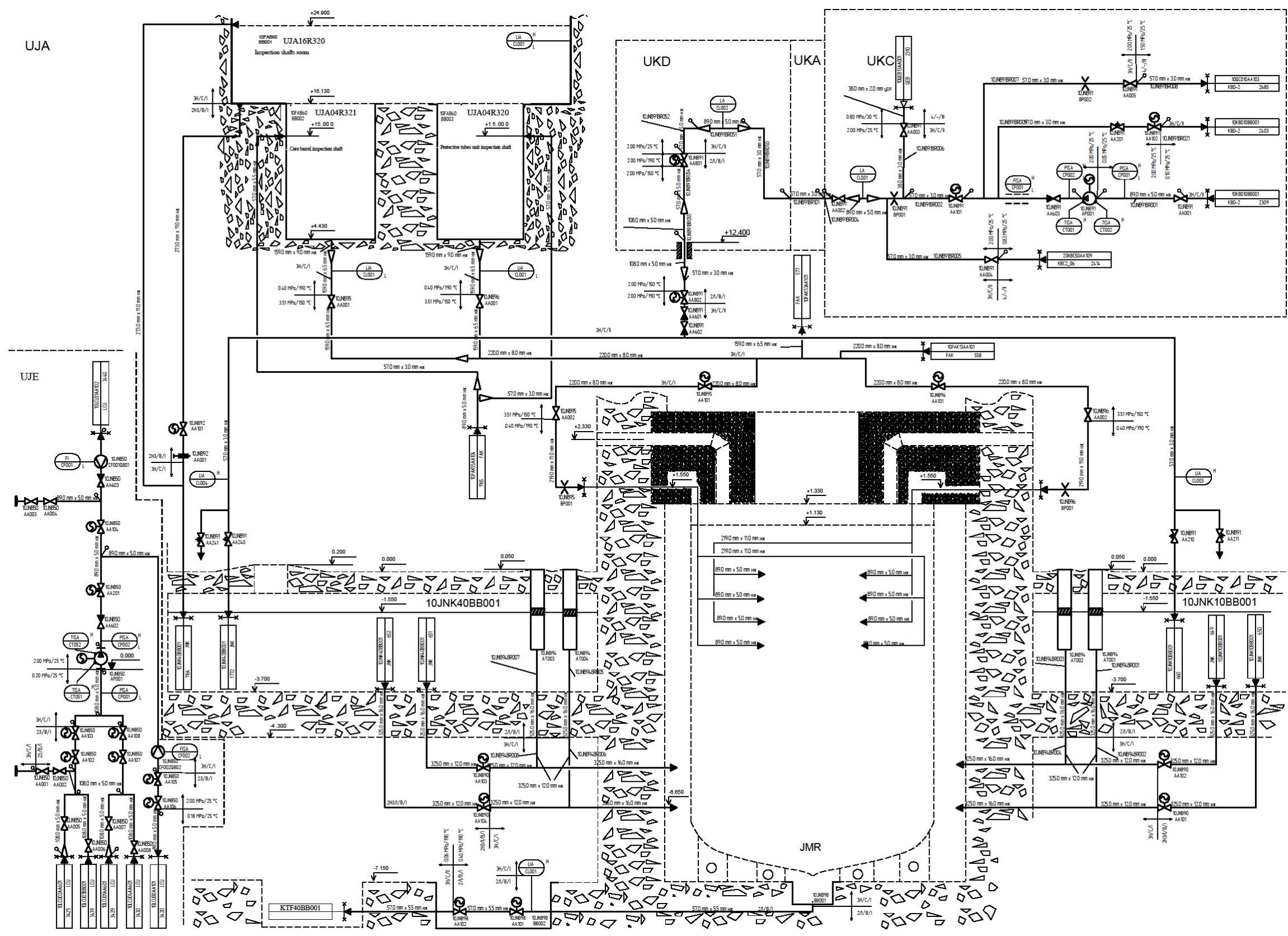


Рисунок 12.1.14.1.1- Технологическая схема системы аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ JNB90



АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-6
--------------------	---	--------------------	-----------

## **12.1.14.1.2 Проектные режимы и исходные данные**

### **12.1.14.1.2.1 Нормальная эксплуатация**

#### **12.1.14.1.2.1.1 Работа на мощности**

При работе блока на мощности система JNB90 находится в режиме ожидания (в состоянии готовности на случай возникновения аварии с плавлением активной зоны реактора и выходом расплава за пределы корпуса реактора).

В состоянии готовности параметры системы обеспечиваются за счет:

- контроля состояния компонентов;
- готовности обеспечивающих систем.

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

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

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 производится вывод в ремонт при сохранении блока в работе на мощности.

#### **12.1.14.1.2.1.2 Режим перегрузки топлива**

При проведении работ, связанных с перегрузкой топлива и ревизией ВКУ, трубопроводы системы используются для заполнения и дренажа шахты ревизии ВКУ.

Перед проведением работ, связанных с перегрузкой топлива и ревизией ВКУ, борированная вода, находящаяся в шахтах ревизии ВКУ, проходит очистку на фильтрах системы FAL.

#### **12.1.14.1.2.2 Нарушения нормальных условий эксплуатации**

При нарушениях нормальных условий эксплуатации система JNB90 находится в режиме ожидания (в состоянии готовности на случай возникновения аварии с плавлением активной зоны реактора и выходом расплава за пределы корпуса реактора).

#### **12.1.14.1.2.3 Проектные аварии**

При проектных авариях связанных с течью теплоносителя система обеспечивает пассивное заполнение теплообменников (помещения) УЛР водой, поступающей на отм. 0.00, на случай возникновения запроектной аварии с плавлением активной зоны реактора. Заполнение осуществляется через трубопроводы, соединяющие помещение УЛР UJA97 330 с отм. 0.00. После заполнения помещения УЛР система находится в режиме ожидания.

При проектных авариях несвязанных с течью теплоносителя система находится в режиме ожидания (в состоянии готовности на случай возникновения аварии с плавлением активной зоны реактора и выходом расплава за пределы корпуса реактора).

#### **12.1.14.1.2.4 Запроектные аварии**

Во время запроектной аварии с плавлением активной зоны реактора и выходом расплава за пределы корпуса реактора система аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ выполняет следующие функции:

LN2O.B.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	306
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-7
--------------------	---	--------------------	-----------

- осуществляет заполнение водой помещения УЛР из баков-приямков или с отм. 0.00 в зависимости от сценария развития аварии;
- осуществляет подачу борированной воды из шахты ревизии ВКУ в корпус УЛР;
- подает в баки-приямки защитной оболочки 42 % раствор щелочи NaOH.

Подача раствора щелочи осуществляется для снижения скорости образования летучих форм йода внутри защитной оболочки.

Для выполнения выше перечисленных функций предусмотрено ручное управление электроприводной арматуры системы с мозаичной панели запроектных аварий, расположенной на БПУ.

Управление арматурой системы JNB90 осуществляется следующим образом:

- когда температура парогазовой смеси на выходе из активной зоны достигнет 400 °С, что свидетельствует о начале плавления активной зоны, оператор должен открыть арматуру JNB90AA101, 102, 103, 104 на трубопроводах, соединяющих помещение УЛР UJA97 330 с баками-приямками для:

- заполнения помещения УЛР из баков-приямков борированной водой в случае аварии несвязанной с течью теплоносителя.

- соединения помещения УЛР (уже заполненного водой) с баками-приямками по воде в случае аварии с течью теплоносителя.

В дальнейшем арматура должна оставаться открытой.

- подачи раствора щелочи осуществляется по показаниям датчика радиационного контроля при мощности дозы гамма-излучения в атмосфере герметичного ограждения не менее 100 Гр/ч. Данная мощность дозы свидетельствует о плавлении порядка 5 % топлива в активной зоне. Оператор запускает насос JNB91AP001, открывает арматуру JNB91AA801 и JNB91AA802, после чего в баки-приямки в течение 30 минут поступает 15 м<sup>3</sup> щелочного раствора;

- когда температура в подреакторном пространстве достигнет 1000 °С, на панели ЗПА срабатывает сигнализация, информирующая оператора о начале выхода расплава. Через 30 минут после этого оператор открывает арматуру JNB95AA101 или JNB96AA101 на линии подачи воды из шахты ревизии ВКУ в корпус УЛР. Вода подается на поверхность расплава с расходом 3 кг/с. Запаса воды в шахте хватает на 24 часа непрерывной подачи на расплав.

На этапе дальнейшего захлаживания расплава заполнение шахты ревизии ВКУ возможно осуществить насосом системы JMN.

Во время запроектной аварии с отказом всех источников электроснабжения переменного тока при сохранении плотности первого контура, в период от 24 часов до 72 и более часов насосным агрегатом JNB50AP001 осуществляется подпитка баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна от баков от баков запаса обессоленной воды (LCU). Так же предусмотрены врезки с ручной арматурой для подключения мобильного оборудования и резервных запасов воды.

#### Исходные данные

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

- подача борированной воды из баков-приямков в помещение УЛР для заполнения устройства локализации расплава должна осуществляться объемом примерно 70 м<sup>3</sup> в течении не более 1 часа;
- подача 42 % раствора щелочи NaOH в приямки защитной оболочки должна осуществляться объемом 14 м<sup>3</sup> в течении 1,0 часа;

LN2O.B.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	307
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-8
--------------------	---	--------------------	-----------

- подача борированной воды на поверхность расплава из шахт ревизии ВКУ с расходом около 3 кг/с;
- подача воды в баки аварийного отвода тепла и топливный бассейн с расходом от 60 до 90 м<sup>3</sup>/ч.
- система должна иметь возможность периодического испытания и опробования, а также опробования отдельных ее узлов и элементов без нарушения условий нормальной эксплуатации.

#### **12.1.14.1.3 Принципы проектирования и обеспечения безопасности**

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

При проектировании системы учитывался принцип резервирования.

#### Принцип резервирования

Принцип резервирования применен также в отношении отдельных активных элементов системы, открытие или закрытие которых требуется на различных стадиях аварии. Например, установлена дублирующая арматура на трубопроводах подачи борного раствора из шахты ревизии ВКУ на поверхность расплава, открытие которой обеспечивает надежное подачу воды к ловушке расплава при запроектных авариях. Применение резервной арматуры уменьшает вероятность выхода из строя канала системы.

LN2O.B.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	308
---------------------------------------	--	-----



АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-9
--------------------	---	--------------------	-----------

#### 12.1.14.1.4 Требования к связанным системам

Система JNB90 имеет связи со следующими системами:

- шахтами ревизии ВКУ реактора;
- шахтой реактора;
- системой охлаждения топливного бассейна (ФАК);
- системой хранения борированной воды (JNK);
- системой дренажей оборудования здания реактора (КТА);
- Система приготовления и подачи химреагентов для нужд спецводоочистки (KBD2);
- Система подачи обессоленной воды (KBC2);
- Система подачи технологического воздуха (QEB);
- Система подпиточной воды в границах ЯО (LCU);
- Система сбора и отвода стоков, содержащих реагенты GMH;
- системой седьмого канала электроснабжения;
- системой контроля и управления.
- системой вентиляции и охлаждения помещений.

Из перечисленных систем для обеспечения работоспособности системы JNB90 необходимо функционирование следующих систем:

- шахт ревизии ВКУ реактора;
- системы охлаждения топливного бассейна (ФАК);
- системы хранения борированной воды (JNK);
- Система приготовления и подачи химреагентов для нужд спецводоочистки (KBD2);
- системы седьмого канала электроснабжения;
- системы контроля и управления;
- системы вентиляции и охлаждения помещений.

Система шахт ревизии ВКУ реактора должна обеспечивать хранение необходимого запаса воды (около 300 м<sup>3</sup>) для подпитки устройства локализации расплава.

Система хранения борной воды (JNK) должна обеспечивать хранение необходимого запаса раствора борной кислоты с концентрацией 16 гН<sub>3</sub>ВО<sub>3</sub>/кгН<sub>2</sub>О для заполнения теплообменников (помещения) УЛР при запроектной аварии. Описание системы JNK представлено в 12.1.10 ОООб.

Система приготовления и подачи химреагентов для нужд спецводоочистки (KBD2) должна всегда обеспечивать хранение 14 м<sup>3</sup> запаса раствора щелочи (NaOH) с концентрацией 42 %.

Система седьмого канала электроснабжения должна обеспечивать электропитанием электроприводные компоненты системы JNB90 в запроектных авариях, связанных с плавлением активной зоны реактора и выходом расплава за пределы корпуса реактора. Описание седьмого канала электроснабжения представлено в главе 8 ОООб.

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

Система вентиляции и охлаждения помещений, в которых расположено оборудование системы, должна обеспечивать поддержание параметров окружающей среды,

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	309
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-10
--------------------	---	--------------------	------------

необходимых для работы оборудования системы. Описание системы вентиляции представлено в разделе 9.7 ОООб.

#### **12.1.14.1.5 Требования к компоновке**

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

- обеспечение необходимых условий для нормального протекания предусмотренных проектом технологических процессов;
- часть трубопроводов и арматуры должна размещаться внутри защитной оболочки, а другая часть трубопроводов, арматуры и оборудование системы JNB90 в здании безопасности, вспомогательном корпусе и здании ядерного обслуживания.
- для оборудования, размещенного за пределами защитной оболочки, должен быть обеспечен доступ и условия для проведения технического обслуживания и ремонтов при работе реактора на мощности;
- сокращение до минимума технологических коммуникаций;
- компоновка системы должна быть выполнена таким образом, чтобы отказы в системах нормальной эксплуатации не приводили к нарушениям в работе системы;
- расположение двигателей насосов и электроприводов арматуры должно исключать их затопление;
- обеспечение безопасных условий эксплуатации для персонала.

#### **12.1.14.2 Проект системы**

##### **12.1.14.2.1 Описание технологической схемы**

Технологическая схема системы аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ представлена на рисунке 12.1.14.1.

Система имеет одноканальную структуру с резервированием активных компонентов подачи борного раствора в шахту реактора.

- насос аварийного ввода щелочи JNB91AP001 для подачи 42% раствора NaOH в бак-прямок JNK10,40BB001 и на отметку 0.00 гермообъема;
- трубопровод Ду 50 для подачи раствора щелочи в бак-прямок с арматурой;
- трубопровод Ду 50 линия испытаний насоса аварийного ввода щёлочи JNB91AP001 с арматурой;
- трубопровод Ду 50 линия дренирования бака хранения концентрированного раствора NaOH 10KBD10BB001 в систему приема и хранения щелочи QCD с ручной запорной арматурой;
- трубопроводы Ду150, предназначенные для заполнения и дренажа шахты ревизии ВКУ в режиме перегрузки топлива и проведения ППР, а также подпитки шахты ревизии ВКУ при запроектных авариях, с запорной арматурой;
- трубопроводы Ду300, предназначенные для пассивного заполнения теплообменников (помещения) устройства локализации расплава с отм. 0.00;
- трубопроводы Ду300, предназначенные для «активного» заполнения теплообменников (помещения) устройства локализации расплава при запроектной аварии от баков-прямоков защитной оболочки JNK10, 40BB001, с запорной арматурой;
- трубопроводы Ду200, предназначенные для подачи борного раствора от шахт ревизии ВКУ к устройству локализации расплава, с запорной арматурой и дроссельным устройством;
- дренажные линии в систему КТА, с ручной запорной арматурой;
- трубопровод Ду 80 и два трубопровода Ду 50 для проведения очистки воды шахт ревизии ВКУ на фильтрах системы FAL;

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	310
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-11
--------------------	---	--------------------	------------

- трубопровод Ду 250 для исключения скопления воды в шахте ревизии ВКУ в режиме проектной аварии, с запорной арматурой;
- трубопровод Ду 250 для исключения залива отметки +26,300 в режиме перегрузки топлива, перелив осуществляется в бак-приямок JNK10, 40BB001;
- линия дренажа протечек из помещения устройства локализации расплава (шахты реактора) в систему КТА, трубопровод Ду50, с двумя прямками JNB98BB001,002 и запорной арматурой;
- трубопровод Ду 32 для проверки проходимости трубопровода, воздухом из системы подачи технологического воздуха QEB;
- трубопровод Ду 50 для гидроиспытаний и промывки от системы подачи обессоленной воды KBC2;

- насос подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна JNB50AP001, для подачи обессоленной воды от баков LCU при полном обесточивании;
- трубопровод Ду 100 с арматурой для подачи обессоленной воды от баков LCU к насосному агрегату JNB50AP001;
- трубопровод Ду 80 с арматурой для подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна от насосного агрегата JNB50AP001;
- трубопровод Ду 80 с арматурой для испытания насосного агрегата JNB50AP001.

При выборе производительности канала учитывалось, что система не имеет зависимых от исходного события аварии отказов.

Активные элементы системы аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ обеспечиваются электропитанием первой группы надежности. В качестве источника электропитания первой группы надежности используются агрегаты бесперебойного питания седьмого канала электроснабжения.

#### **12.1.14.2.2 Описание элементов**

##### Насос аварийного ввода щелочи JNB91AP001

Насос предназначен для подачи в бак-приямок JNK10,40BB001 раствора щелочи при запроектных авариях для уменьшения образования летучих форм йода.

Количество, шт.	1
Номинальная производительность, кг/с (т/ч)	~8,3(30)
Напор при номинальной подаче, м.вод.ст.	~80
Допускаемый кавитационный запас, не более, м.вод.ст.	5
Располагаемый кавитационный запас, м.вод.ст.	6,9
Рабочая температура, °С	от 20 до 60
Напряжение, В	380
Частота, Гц	50
Материал	нержавеющая сталь
Класс безопасности	3Н
Режим работы	периодический
Состав перекачиваемой среды	щелоч NaOH 42%
концентрация щелочи NaOH, г/л	610,6

##### Фильтр-ловушка JNB94AT001-004

Фильтр-ловушка предназначена для предотвращения попадания механических примесей в теплообменник ловушки локализации расплава JMR в процессе его пассивного заполнения с отметки 0.00.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	311
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-12
--------------------	---	--------------------	------------

Количество, шт.	4
Тип	новая разработка
Расчетное давление, МПа	0,4
Рабочее давление, МПа	0,4
Расчетная температура, °С	190
Рабочая температура, °С	190
Материал	нержавеющая сталь

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	312
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-13
--------------------	---	--------------------	------------

Насос подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна JNB50AP001

Насос предназначен для подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна при полном обесточивании.

Количество на блок, шт	1
Производительность, м3/час	от 60 до 90
Напор, м.в.ст.	от 120 до 150
Мощность, кВт	~25

Трубопроводы

Трубопроводы системы аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ отвечают требованиям ПНАЭ Г-7-008-89. Все трубопроводы выполнены из нержавеющей стали аустенитного класса. Все соединения деталей трубопроводов – сварные.

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

Ду, мм	ДнхS, мм
300	325х16
200	220х8
150	159х6,5
50	57х5,5
50	57х4

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

Ду, мм	ДнхS, мм
300	325х12
250	273х11
200	219х11
150	159 х6
80	89 х5
50	57 х3
32	38х3
25	32х2,5

Рабочие параметры трубопроводов системы представлены на технологической схеме системы JNB90 - смотри рисунок 12.1.14.1.

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.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	313
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-14
--------------------	---	--------------------	------------

Ручной регулирующий клапан JNB91AA201 на линии рециркуляции насоса предназначен для испытания насоса на минимальный и максимальный расход.

Ручные регулирующие клапаны JNB91AA210,211,410,411 предназначены для дозирования количества щелочи поступающей в бак-приямок и на отметку 0.00 гермообъема.

#### **12.1.14.2.3 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 осуществлен с учетом:

- функций системы;
- качества воды шахты ревизии ВКУ, собирающейся в прямках защитной оболочки при запроектных авариях с проплавлением корпуса реактора;
- качества раствора щелочи NaOH;
- условий окружающей среды в помещениях, где располагаются элементы системы.

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

#### **12.1.14.2.4 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.

#### **12.1.14.2.5 Размещение оборудования**

Часть оборудования системы, аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ, включая трубопроводы и арматуру, размещены внутри защитной оболочки, часть оборудования системы – бак хранения концентрированного запаса щелочи JNB91BB001, насос JNB91AP001, арматура, трубопроводы размещены в здании ядерного обслуживания, до здания реактора трубопровод трассируется через вспомогательный корпус и здание безопасности, часть оборудования системы - насос JNB50AP001, арматура, трубопроводы размещены в паровой камере.

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.

Размещение оборудования представлено в таблице 12.1.14.2.5.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	314
---------------------------------------	--	-----



АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-15
--------------------	---	--------------------	------------

Таблица 12.1.14.2.5 Размещение оборудования

Код KKS оборудования	Наименование	Код KKS помещения	Отметка
JNB91AP001	Насос аварийного ввода щелочи	UKC04R410	плюс 4.000
JNB94AT001-004	Фильтр-ловушка	UJA93R120 UJA93R320	От 0.000 до минус 3,700
JNB50AP001	Насос подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна	UJE00R421	0.000

### 12.1.14.3 Управление и контроль работы системы

#### 12.1.14.3.1 Требования к АСУ ТП

Для обеспечения контроля, регулирования и управления основным технологическим процессом в системе аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ, для поддержания параметров, характеризующих протекание процессов в пределах, заданных проектом, предусматриваются системы управления и контроля.

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

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

В соответствии с принятыми решениями построения технологической системы, управление и контроль выполнены одноканальным с территориальным, информационным и электрическим разделением средств автоматизации.

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;

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	315
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-16
--------------------	---	--------------------	------------

- формирует автоматические управляющие воздействия на технологическое оборудование в соответствии с заданными алгоритмами;
- реализует выполнение команд защиты УСБ и дистанционного управления;
- обеспечивает приоритет команд управления.

#### 12.1.14.3.2 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 использования воды из шахты ревизии ВКУ:

- уровень в баке хранения концентрированного раствора щелочи NaOH 10KBD10CL071,072,073;
- давление на всасе насоса аварийного ввода щелочи;
- давление на напоре насоса аварийного ввода щелочи;
- расход в напорном трубопроводе насоса аварийного ввода щелочи;
- расход в трубопроводе рециркуляции и испытания насоса аварийного ввода щелочи;
- наличие среды в трубопроводе аварийной подачи щелочи;
- уровень воды в шахтах ревизии ВКУ;
- наличие среды в дренажном трубопроводе шахты реактора;
- давление на всасе насоса подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна;
- давление на напоре насоса насоса подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна;
- расход в напорном трубопроводе насоса подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна;
- расход в трубопроводе рециркуляции и испытания насоса подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна.

Места установки датчиков представлены на технологической схеме системы JNB90 - смотри рисунок 12.1.14.1.

Перечень контролируемых параметров системы JNB90 представлен в таблице 12.1.14.3.2

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	316
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-17
--------------------	---	--------------------	------------

Таблица 12.1.14.3.2 - Перечень контролируемых параметров системы JNG-1

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		
10JNB90CL001	Уровень шахты ревизии ВКУ	16,43/24,9 м	3	С	I	+	-	+/+	+	-	-
10JNB91CF001	Расход в линии подачи щелочи в ГО в здании УКС	30 0/45 м3/ч	3Н	С	II	+	-	+/+	+	-	-
10JNB91CT001	Температура подшипника насоса со стороны электродвигателя	80 0/100 °С	4	-	II	+	-	+/+	-	-	-
10JNB91CT002	Температура подшипника насоса со стороны свободного конца вала	80 0/100 °С	4	-	II	+	-	+/+	-	-	-
10JNB91CL001	Уровень/наличие среды в линии подачи щелочи в ГО в здании 10УКС		3Н	С	II	+	-	+/+	+	-	-

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	317
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-18
--------------------	---	--------------------	------------

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		
10JNB91CL002	Уровень/наличие среды в линии подачи щелочи в ГО в здании 10UKD		ЗН	С	II	+	-	+ / +	+	-	-
10JNB91CL003	Уровень/наличие среды в линии подачи щелочи в ГО в здании UJA на ветке подачи к баку хранения аварийного запаса борного раствора низкой концентрации 10JNK10BB001		ЗН	С	II	+	-	+ / +	+	-	-
10JNB91CL003F	Сигнал "Неисправность датчика 10JNB91CL003"		ЗН			+	-	+ / +	+	-	-

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	318
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-19
--------------------	---	--------------------	------------

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		
10JNB91CL004	Уровень реды в линии подачи щелочи в ГО в здании UJA на ветке подачи к баку хранения аварийного запаса борного раствора низкой концентрации 10JNK40BB001		3Н	С	II	+	-	+/+	+	-	-
10JNB91CL004F	Сигнал "Неисправность датчика 10JNB91CL004"		3Н			+	-	+/+	+	-	-
10JNB91CP001	Давление щелочи на всасе насоса 10JNB91AP001	0/50 кПа	3Н	С	III	+	-	+/+	+	-	-
10JNB91CP002	Давление щелочи на напоре насоса 10JNB91AP001	0/2 МПа	3Н	С	II	+	-	+/+	+	-	-

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	319
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-20
--------------------	---	--------------------	------------

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		
10JNB95CL001	Уровень шахты ревизии ВКУ	0/22 м	3Н	С	I	+	-	+/+	+	-	-
10JNB96CL001	Уровень шахты ревизии ВКУ	0/22 м	3Н	С	I	+	-	+/+	+	-	-
10JNB98CL001	Уровень в приемке помещении УЛР		3Н	С	I	+	-	+/+	-	-	-
10JNB98CL001F	Сигнал "Неисправность датчика 10JNB98CL001"		3Н			+	-	+/+	-	-	-

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	320
---------------------------------------	---	-----



АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-21
--------------------	---	--------------------	------------

### 12.1.14.3.3 Описание защит и блокировок

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

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

Предусмотрена возможность управления и индикации состояния всей электроприводной арматурой с мозаичной панели запроектных аварий, расположенной на БПУ.

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 12.1.14.3.3.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	321
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-22
--------------------	---	--------------------	------------

Таблица 12.1.14.3.3 – Перечень защит, блокировок и действий оператора

Оборудование	Описание защит и блокировок
1	2
Задвижки на линиях заполнения УЛР от баков-приямков защитной оболочки  JNB90AA101 JNB90AA102 JNB90AA103 JNB90AA104	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с мозаичной панели предназначенной для ЗПА и расположенной на БПУ.
Задвижки на линии подачи борного раствора от шахт ревизии ВКУ на УРЛ  JNB95AA101 JNB96AA101	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с мозаичной панели предназначенной для ЗПА и расположенной на БПУ.
Насос аварийного ввода щелочи  JNB91AP001	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с мозаичной панели предназначенной для ЗПА и расположенной на БПУ.
Задвижка на линии опорожнения бака аварийного запаса щелочи  JNB91AA101	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с мозаичной панели предназначенной для ЗПА и расположенной на БПУ.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	322
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-23
--------------------	---	--------------------	------------

Оборудование	Описание защит и блокировок
1	2
Задвижка запорная на линии испытания насоса аварийного ввода щелочи  JNB91AA102	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с мозаичной панели предназначенной для ЗПА и расположенной на БПУ.
Задвижка запорная на линии наполнения бака JNB91BB001	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.  Автоматически задвижки закрываются при прохождении аварийных технологических сигналов от системы защиты станции.  Автоматически задвижки закрываются при прохождении сигнала повышения уровня в баке запаса щелочи JNB91BB001 выше 4000 мм.
Задвижка на напоре насоса для отсечения от защитной оболочки  JNB91AA801 JNB91AA802	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.  Автоматически задвижки закрываются при прохождении аварийных технологических сигналов от системы защиты станции.  Автоматически задвижки закрываются при прохождении сигнала снижения уровня в баке запаса щелочи KBD10BB001 меньше 300 мм.
Задвижка запорная на линии перелива с отметки +16,130  JNB92AA101	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.  Автоматически задвижка открывается при прохождении аварийных технологических сигналов от системы защиты станции.
Насос подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна  JNB50AP001	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с мозаичной панели предназначенной для ЗПА и расположенной на БПУ.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	323
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-24
--------------------	---	--------------------	------------

Оборудование	Описание защит и блокировок
1	2
Арматура на линии подачи обессоленной воды от баков LCU  10JNB50AA102 10JNB50AA103 10JNB50AA107 10JNB50AA108	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с мозаичной панели предназначенной для ЗПА и расположенной на БПУ.
Арматура на линии испытания насосного агрегата JNB50AP001  10JNB50AA105 10JNB50AA106	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с мозаичной панели предназначенной для ЗПА и расположенной на БПУ.
Регулятор на напоре насосного агрегата JNB50AP001  10JNB50AA201	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с мозаичной панели предназначенной для ЗПА и расположенной на БПУ.
Арматура на напоре насосного агрегата JNB50AP001  10JNB50AA104	Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с мозаичной панели предназначенной для ЗПА и расположенной на БПУ.
<b>3. Программы и контуры автоматики</b>	
KBD10EE001	Программа управления задвижкой отсекающей потребителей нормальной эксплуатации от бака аварийного запаса щёлочи при понижении уровня .

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	324
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-25
--------------------	---	--------------------	------------

#### **12.1.14.4 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: трубопроводов и арматуры по рабочим пуско-наладочным программам. Программа пусконаладочных работ по системе аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ представлена в главе 14 ОООб

Для обеспечения требуемого уровня надежности системы аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ предусматривается постоянный контроль за состоянием элементов по информации, поступающей в систему контроля и управления станцией и периодическое опробование электроприводной арматуры (один раз в год при плановом останове блока на перегрузку топлива и ревизию).

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

#### **12.1.14.5 Анализ проекта**

##### **12.1.14.5.1 Показатели надежности системы**

###### **12.1.14.5.1.1 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 12.1.14.5.1.

Для насосных агрегатов JNB50AP001 и JNB91AP001 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.

Для Фильтра-ловушки JNB94AT001-004 требования по надежности перечисленные ниже:

- срок службы, лет 60;
- коэффициент готовности, не менее 0,995;
- коэффициент технического использования, не менее 0,95;
- наработка до отказа, не менее, час. 50000;
- среднее время восстановления должно быть не более, час. 50.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	325
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-26
--------------------	---	--------------------	------------

Для арматуры системы аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ (JNB90)

- 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

Количественные показатели надежности рассматриваемого оборудования представлены в таблице 12.1.14.5.2.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	326
---------------------------------------	--	-----



АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-27
--------------------	---	--------------------	------------

Таблица 12.1.14.5.1 - 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	
Насос	JNB91AP001	остановлен	включен	не включается	останов при работе	Периодический 1/год	восстанавливаемый	невосстанавливаемый	отказ функции
Задвижка с электроприводом	JNB90AA101 JNB90AA102 JNB90AA103 JNB90AA104	закрыта	открыта	не открывается	-	периодический 1/год	восстанавливаемый	невосстанавливаемый	отказ системы при совместном отказе всех клапанов
Задвижка с электроприводом	JNB95AA101 JNB96AA101	закрыта	открыта	не открывается	-	периодический 1/год	восстанавливаемый	невосстанавливаемый	отказ системы при совместном отказе всех клапанов
Задвижка с электроприводом	JNB91AA101	открыта	открыта	-	не открывается	периодический 1/год	восстанавливаемый	невосстанавливаемый	отказ функции при совместном отказе обоих клапанов

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	327
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-28
--------------------	---	--------------------	------------

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	JNB91AA102	закрыта	закрыта	открыта	-	периодический 1/год	восстанав- ливаемый	невосста- навлива- емый	отказ функции
Задвижка с электроприводом	JNB91AA801 JNB91AA802	закрыта	открыта	-	не открывает- ся	периоди- ческий 1/год	восста- навлив- аемый	невосста- навлива- емый	отказ функции при совместном отказе обоих клапанов
Обратный клапан	JNB91AA601 JNB91AA601	закрыт	открыт	не открыв- ается	-	периоди- ческий 1/год	не восста- навлив- аемый	не восста- навлив- аемый	отказ системы
Задвижка ручная	JNB95AA001 JNB96AA001	открыта	открыта	закрыта	-	периоди- ческий 1/год	восста- навлив- аемый	невосста- навлива- емый	при совместном отказе обоих клапанов
Задвижка ручная	JNB95AA002 JNB96AA002	открыта	открыта	закрыта	-	периоди- ческий 1/год	восста- навлив- аемый	невосста- навлива- емый	отказ системы при совместном отказе обоих клапанов

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	328
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-29
--------------------	---	--------------------	------------

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	JNB95AA003	закрыта	закрыта	открыта	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ системы
Задвижка ручная	JNB97AA001	закрыта	закрыта	открыта	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ системы
Задвижка с электроприводом	JNB92AA101	открыта	открыта	закрыта	-	периодический	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ функции
Задвижка с электроприводом	JNB98AA101 JNB98AA102	закрыта	закрыта	открыта	-	периодический	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ системы при совместном отказе обоих клапанов
Задвижка ручная	JNB91AA001	открыта	открыта	закрыта	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ системы
Задвижка ручная	JNB91AA002	закрыта	закрыта	открыта	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ функции

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	329
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-30
--------------------	---	--------------------	------------

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	JNB91AA003	закрыта	закрыта	открыта	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ функции
Задвижка ручная	JNB91AA004	закрыта	закрыта	открыта	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ функции
Задвижка ручная	JNB91AA005	закрыта	закрыта	открыта	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	отказ функции
Ручной регулирующий клапан	JNB91AA210	открыта	открыта	закрыта	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	Отказ функции при совместном отказе с ручными регуляторами JNB91AA211 JNB91AA240 JNB91AA241

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	330
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-31
--------------------	---	--------------------	------------

Наименование элемента	Маркировка	Состояние элемента		Вид отказа		Контроль в режиме ожидания	Возможность восстановления элемента		Последствия отказа
		режим ожидания	режим аварии	режим ожидания	режим аварии		режим ожидания	режим аварии	
Ручной регулирующий клапан	JNB91AA211	открыта	открыта	закрыта	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	Отказ функции при совместном отказе с ручными регуляторами JNB91AA210 JNB91AA240 JNB91AA241
Ручной регулирующий клапан	JNB91AA240	открыта	открыта	закрыта	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	невосстановлив-аемый	Отказ функции при совместном отказе с ручными регуляторами JNB91AA210 JNB91AA211 JNB91AA241

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	331
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-32
--------------------	---	--------------------	------------

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	
Ручной регулирующий клапан	JNB91AA241	открыта	открыта	закрыта	-	периодический 1/год	восстановливаемый	невосстановливаемый	Отказ функции при совместном отказе с ручными регуляторами JNB91AA210 JNB91AA211 JNB91AA240
Насос	JNB50AP001	остановлен	включен	не включается	останов при работе	Периодический 1/год	восстановливаемый	невосстановливаемый	отказ функции
Задвижка с электроприводом	JNB50AA102	закрыта	открыта	-	не открывает	периодический 1/год	восстановливаемый	восстановливаемый	Отказ функции при совместном отказе с JNB50AA107 JNB50AA108

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	332
---------------------------------------	---	-----



АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-33
--------------------	---	--------------------	------------

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	JNB50AA103	закрыта	открыта	-	не открывае тся	периоди- ческий 1/год	восста- навлив- аемый	восста- навлив- аемый	Отказ функции при совместном отказе с JNB50AA107 JNB50AA108
Задвижка с электроприводом	JNB50AA107	закрыта	открыта	-	не открывае тся	периоди- ческий 1/год	восста- навлив- аемый	восста- навлив- аемый	Отказ функции при совместном отказе с JNB50AA103 JNB50AA103
Задвижка с электроприводом	JNB50AA108	закрыта	открыта	-	не открывае тся	периоди- ческий 1/год	восста- навлив- аемый	восста- навлив- аемый	Отказ функции при совместном отказе с JNB50AA102 JNB50AA103

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	333
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-34
--------------------	---	--------------------	------------

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	JNB50AA105	закрыта	закрыта	-	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	восстановлив-аемый	Отказ функции
Задвижка с электроприводом	JNB50AA106	закрыта	закрыта	-	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	восстановлив-аемый	Отказ функции
Задвижка с электроприводом	JNB50AA104	закрыта	открыта	-	не открывает-ся	периодический 1/год	восстановлив-аемый	восстановлив-аемый	Отказ функции
Регулирующий клапан	JNB50AA201	открыта	открыта	закрыта	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	восстановлив-аемый	Отказ функции
Обратный клапан	JNB50AA601	закрыт	открыт	не открывает-ся	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	восстановлив-аемый	Отказ функции
Обратный клапан	JNB50AA602	закрыт	открыт	не открывает-ся	-	периодический 1/год	восстановлив-аемый	восстановлив-аемый	Отказ функции

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	334
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-35
--------------------	---	--------------------	------------

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	JNB50AA001	закрыта	закрыта	открыта	не открыва-ется	периоди-ческий 1/год	восста-навлив-аемый	восста-навлива-емый	отказ функции
Задвижка ручная	JNB50AA002	закрыта	закрыта	открыта	не открыва-ется	периоди-ческий 1/год	восста-навлив-аемый	восста-навлива-емый	отказ функции
Задвижка ручная	JNB50AA003	закрыта	закрыта	открыта	не открыва-ется	периоди-ческий 1/год	восста-навлив-аемый	восста-навлива-емый	отказ функции
Задвижка ручная	JNB50AA004	закрыта	закрыта	открыта	не открыва-ется	периоди-ческий 1/год	восста-навлив-аемый	восста-навлива-емый	отказ функции

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	335
---------------------------------------	---	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-36
--------------------	---	--------------------	------------

Таблица 12.1.14.5.2. – Количественные показатели надежности элементов системы JNB90

Тип оборудования	Идентификатор параметра в модели	Тип параметра	Значение параметра
Насос аварийного ввода щелочи	MPMLR	Интенсивность отказов типа "Отказ в работе"	7,90E-05 EF=1,61
	MPMLS	Интенсивность отказов типа "Отказ на запуск"	3,61E-06 EF=3,65
Насос подпитки баков аварийного отвода тепла и топливного бассейна	MPMLR	Интенсивность отказов типа "Отказ в работе"	7,90E-05 EF=1,61
	MPMLS	Интенсивность отказов типа "Отказ на запуск"	3,61E-06 EF=3,65
Фильтр-ловушка	MJTXU	Интенсивность отказов типа "Течь", 1/час	2,70E-08 EF=10
Автоматическая арматура	MVMZO	Интенсивность отказов на открытие электроприводной арматуры, 1/час	1,78E-06 EF=2,77
	MVMZD	Интенсивность отказов на сохранение положения электроприводной арматуры, 1/час	2,92E-07 EF=10
Регулирующий клапан	MVMRF	Интенсивность отказов по функции регулирования, 1/час	1,60E-05 EF=1,44
Ручной регулирующий клапан	MVXRD	Интенсивность отказов по функции регулирования, 1/час	2,70E-08 EF=5,5
Обратный клапан	MVCQO	Интенсивность отказа на открытие, 1/ч	1,00E-06 EF=5 [2]

#### 12.1.14.5.1.1.1 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.).

#### 12.1.14.5.1.1.2 Результаты расчета показателей надежности системы

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

##### 12.1.14.5.1.1.2.1 Результаты расчета безотказности системы для функции

##### "Заполнение водой помещения УЛР из баков-приямков"

Расчеты проводились с учетом непрерывной работы системы в течение 1 часа.

Расчеты вероятности отказа проводились с использованием критерия отбрасывания  $1,00 \times 10^{-15}$ .

Оцененное среднее значение вероятности отказа системы на выполнение требуемой функции составило  $7,77 \times 10^{-4}$ .

Нижняя граница (5 %)  $2,34 \times 10^{-4}$

Медиана  $6,68 \times 10^{-4}$

Верхняя граница (95 %)  $1,70 \times 10^{-3}$

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	336
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-37
--------------------	---	--------------------	------------

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания вероятности реализации, вклад более 1 %) приведены в таблице 12.1.14.5.1.1.2.1.

Таблица 12.1.14.5.1.1.2.1 – Доминирующие минимальные сечения

Вероятность	Относительный вклад, %	Базисные события	Описание
7,76E-04	99	JNB90AA-VMO-ALL	Отказ общего вида на открытие задвижек запорных на линиях заполнения УЛР от баков-приямков защитной оболочки JNB90AA101 JNB90AA102 JNB90AA103 JNB90AA104

Результаты расчетов приведены из документа [20].

#### 12.1.14.5.1.1.2.2 Результаты расчета безотказности системы для функции "Подача борированной воды из шахты ревизии ВКУ в корпус УЛР"

Расчеты проводились с учетом непрерывной работы системы в течение 24 часов.

Расчеты вероятности отказа проводились с использованием критерия отбрасывания  $1,00 \times 10^{-15}$ .

Оцененное среднее значение вероятности отказа системы на выполнение требуемой функции составило  $1,16 \times 10^{-3}$ .

Нижняя граница (5 %)  $3,60 \times 10^{-4}$

Медиана  $1,05 \times 10^{-3}$

Верхняя граница (95 %)  $2,99 \times 10^{-3}$

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания вероятности реализации, вклад более 1 %) приведены в таблице 12.1.14.5.1.1.2.2

Таблица 12.1.14.5.1.1.2.2 – Доминирующие минимальные сечения отказа

Вероятность	Относительный вклад, %	Базисные события	Описание
7,76E-04	66,75	JNB95-96AA-VMO-ALL	Отказ общего вида на открытие задвижек запорных на линии подачи борного раствора от шахт ревизии ВКУ на УРЛ JNB95AA101 JNB96AA101
1,00E-04	8,6	JNB95AA001VXP	Нештатное положение ручной задвижки JNB95AA001
		JNB96AA001VXP	Нештатное положение ручной задвижки JNB96AA001
1,00E-04	8,6	JNB95AA002VXP	Нештатное положение ручной задвижки JNB95AA002
		JNB96AA002VXP	Нештатное положение ручной задвижки JNB96AA002
6,99E-05	6,01	JNB95AA101VMO	Отказ на открытие задвижки запорной JNB95AA101
		JNB96AA002VXP	Нештатное положение ручной задвижки JNB96AA002
6,99E-05	6,01	JNB95AA002VXP	Нештатное положение ручной задвижки JNB95AA002
		JNB96AA101VMO	Отказ на открытие задвижки запорной JNB96AA101

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	337
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-38
--------------------	---	--------------------	------------

4,88E-05	4,2	JNB95AA101VMO	Отказ на открытие задвижки запорной JNB95AA101
		JNB96AA101VMO	Отказ на открытие задвижки запорной JNB96AA101

Результаты расчетов приведены из документа [20].

#### 12.1.14.5.1.1.2.3 Результаты расчета безотказности системы для функции "Подача в баки-приямки защитной оболочки 42 % раствор щелочи NaOH"

Расчеты проводились с учетом непрерывной работы системы в течение 30 минут.

Расчеты вероятности отказа проводились с использованием критерия отбрасывания  $1,00E-15$ .

Оцененное среднее значение вероятности отказа системы на выполнение требуемой функции составило  $5,18 \times 10^{-2}$

Нижняя граница (5 %)  $2,58 \times 10^{-2}$

Медиана  $4,76 \times 10^{-2}$

Верхняя граница (95 %)  $9,60 \times 10^{-2}$

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания вероятности реализации, вклад более 1 %) приведены в таблице 12.1.14.5.1.1.2.3.

Таблица 12.1.14.5.1.1.2.3 – Доминирующие минимальные сечения отказа

Вероятность	Относительный вклад, %	Базисные события	Описание
1,57E-02	30,24	JNB91AP001PMS	Отказ на запуск насоса JNB91AP001
1,00E-02	19,31	JNB91AA002VXP	Нештатное положение ручной задвижки JNB91AA002
1,00E-02	19,31	JNB91AA001VXP	Нештатное положение ручной задвижки JNB91AA001
6,99E-03	13,49	JNB91AA801VMO	Отказ на открытие задвижки запорной JNB91AA801
6,99E-03	13,49	JNB91AA802VMO	Отказ на открытие задвижки запорной JNB91AA802
7,89E-04	1,52	JNB91AA601VCO	Отказ на открытие обратного клапана JNB91AA601
7,89E-04	1,52	JNB91AA602VCO	Отказ на открытие обратного клапана JNB91AA602
7,89E-04	1,52	JNB91AA603VCO	Отказ на открытие обратного клапана JNB91AA602
7,76E-04	1,5	JNB91AA-VMO-ALL	Отказ общего вида на открытие задвижек запорных на линии подачи щелочи JNB91AA801 JNB91AA802

Результаты расчетов приведены из документа [20].

#### 12.1.14.5.1.1.2.4 Выводы по результатам анализа надежности

Для системы не установлены нормируемые показатели надежности, в связи с чем, сравнение с ними результатов анализа надежности не осуществляется.

Основным вкладом в отказ системы на выполнение функции 1, является отказ общего вида на открытие задвижек запорных JNB90AA101, JNB90AA102 и JNB90AA103, JNB90AA104 на линии подачи борного раствора от шахт ревизии ВКУ на УРЛ.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	338
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-39
--------------------	---	--------------------	------------

Основным вкладом в отказ системы на выполнение функции 2, является отказ общего вида на открытие задвижек запорных JNB95AA101 и JNB96AA101 на линии подачи борного раствора от шахт ревизии ВКУ на УРЛ. Второстепенный вклад в отказ системы на выполнение функции 2, вносят отказы связанные с нештатным(закрытым) положением ручных задвижек JNB95AA001, JNB96AA001, JNB95AA002 и JNB96AA002 одновременно на основной и резервной линиях подачи борного раствора от шахт ревизии ВКУ на УРЛ.

Значимым вкладом в отказ системы на выполнение функции 3, является отказ на запуск насоса аварийного ввода щелочи JNB91AP001. Дополнительно в отказ системы на выполнение функции 3 вносят отказы ручной арматуры JNB91AA002, JNB91AA001 по причине нахождения в нештатном(закрытом) положении. А также отказы на открытие арматуры с электроприводом JNB91AA801, JNB91AA802 на напоре насоса для отсечения от защитной оболочки.

Основным вкладом в отказ системы на выполнение функции 4, является отказ на запуск и отказ в работе насоса подпитки баков аварийного отвода тепла. Второстепенный вклад в отказ системы на выполнение функции 4, вносит отказ на открытие задвижки запорной JNB50AA104 на напоре насосного агрегата JNB50AP001.

Рекомендуется, в ходе проверок технического обслуживания и ремонта, применять инструкции с обеспечением отметки о выполнении задачи в отношении всех клапанов и насосов системы.

#### **12.1.14.5.2 Нормальная эксплуатация**

##### **12.1.14.5.2.1 Работа на мощности**

При работе блока на мощности система JNB90 находится в режиме ожидания (в состоянии готовности на случай возникновения аварии с плавлением активной зоны реактора и выходом расплава за пределы корпуса реактора).

В состоянии готовности параметры системы обеспечиваются за счет:

- контроля состояния компонентов;
- готовности обеспечивающих систем;
- периодических эксплуатационных испытаний.

##### **12.1.14.5.2.2 Режим перегрузки топлива**

См. п. 12.1.14.1.2.1.2.

##### **12.1.14.5.3 Нарушения нормальных условий эксплуатации**

См. п. 12.1.14.1.2.2.

##### **12.1.14.5.4 Проектные аварии**

См. п. 12.1.14.1.2.3.

##### **12.1.14.5.5 Запроектные аварии**

При запроектных авариях система выполняет заданную функцию, описанную в 12.1.14.1.2.4 ОООб.

##### **12.1.14.5.6 Функционирование системы при внешних воздействиях**

Система аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ 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

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	339
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.2016	12.1.14-40
--------------------	---	--------------------	------------

падение самолета. Описание и обоснование проекта с точки зрения внешних воздействий представлено в разделах 3.5 и 3.10 ОООб.

Оборудование системы аварийного использования воды из шахт ревизии ВКУ находящееся в здании реактора относится к первой категории сейсмостойкости и выдерживает максимальное проектное землетрясение.

Оборудование системы входящее в линию аварийной подачи щелочи в ГО относится ко II категории сейсмостойкости и рассчитано на проектное землетрясение.

Защита от попадания летящих предметов обеспечивается компоновочными решениями. Для защиты от повреждений элементов системы и снижения вероятности выхода из строя каналов системы по общей причине каналы системы разделены железобетонными стенами.

#### **12.1.14.5.7 Анализ безопасности проекта системы**

Система аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ имеет резерв активных компонентов обеспечивающих подачу борированной воды на поверхность расплава в УРЛ 2x100 % и активных компонентов на заполнение теплообменника устройства локализации расплава 4x100 %.

Трубопроводы и арматура системы защищены от воздействия струй, летящих предметов, ударных волн и рассчитано на работу при параметрах окружающей среды во всех аварийных режимах.

Система аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ в случае отказа одного из активных параллельных элементов может выполнить функцию системы со 100 процентной производительностью за счет работы других активных элементов.

При единичных отказах активных компонентов системы имеется достаточное время для восстановления неработоспособного элемента системы.

В шахтах ревизии ВКУ предусмотрено измерение уровня для контроля протечек через трубопроводы, что позволяет поддерживать постоянный запас воды, для работы станции во всех режимах.

Система аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ имеет свою независимую технологическую часть, систему управления и обеспечивающие системы.

Таким образом, качественный анализ проекта системы аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ показывает, что он удовлетворяет предъявляемым нормативными документами требованиям по безопасности и обеспечивает выполнение системой заданных функций.

#### **12.1.14.5.8 Сравнение с аналогичными проектами**

Система аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ является новой разработкой, и в проектах энергоблоков АЭС С ВВЭР-1000 не применялась.

#### **12.1.14.6 Выводы**

Система соответствует предъявляемым к ней требованиям и НТД по безопасности.

LN2O.P.110.1.120114.0102&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	340
---------------------------------------	--	-----